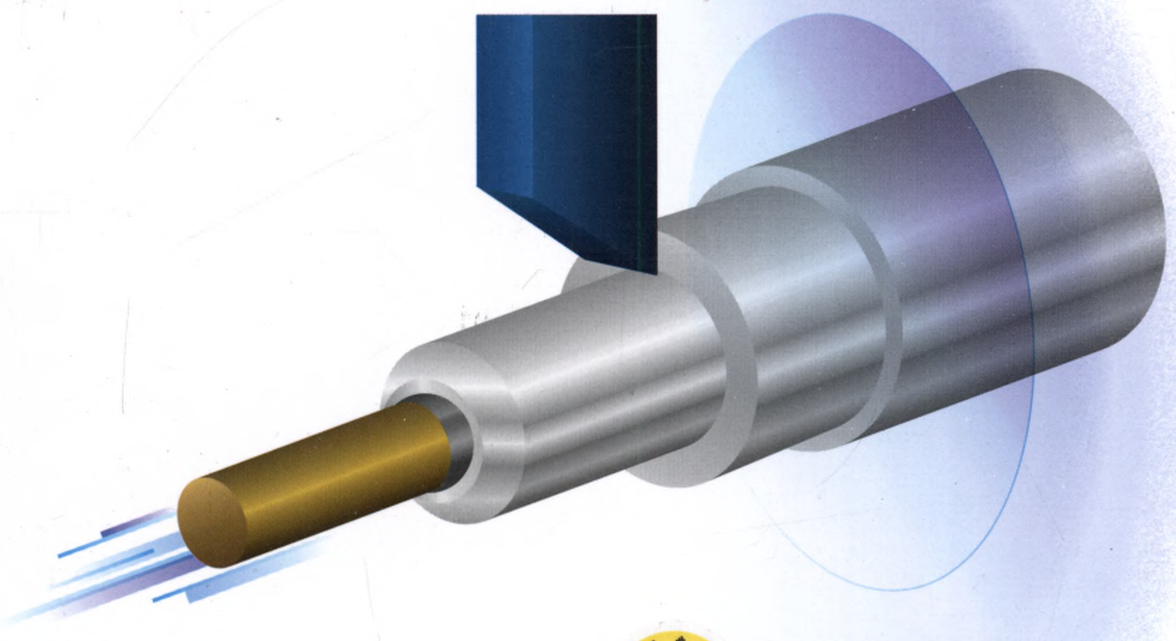
GibbsCAM

应用系列丛书

GibbsCAM 基础篇

——零件加工

思美创（北京）科技有限公司 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

配书光盘

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

GibbsCAM 应用系列丛书

GibbsCAM 基础篇

——零件加工

思美创（北京）科技有限公司　编著

机 械 工 业 出 版 社

本书通过功能讲解与实际案例相结合的方式，在理论和实践两个方面对软件进行了详细介绍。书中从软件界面讲起，将功能分析与后续练习相结合，将工作中容易遇到的问题加以说明，使读者可以在较短时间内掌握 GibbsCAM 软件。

本书配套光盘中包含了部分案例的视频指导录像和试用版软件，也介绍了使用软件后将给用户带来的价值，这些都会帮助读者更好地理解和应用软件。

本书是思美创（北京）科技有限公司的工程师多年经验的总结，可以作为认证考试参考书和指导书。

图书在版编目（CIP）数据

GibbsCAM. 基础篇. 零件加工/思美创(北京)科技有限公司编著. —北京：机械工业出版社，2013.9
(GibbsCAM 应用系列丛书)
ISBN 978-7-111-40332-6

Ⅰ.①G… Ⅱ.①思… Ⅲ.①零部件—加工—计算机辅助设计—应用软件 Ⅳ.①TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 218029 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）
策划编辑：孔 劲 责任编辑：孔 劲 刘本明
责任校对：张晓蓉 封面设计：姚 毅
责任印制：杨 曦
北京云浩印刷有限责任公司印刷
2013 年 10 月第 1 版第 1 次印刷
184mm×260mm · 18 印张 · 443 千字
0001—3000册
标准书号：ISBN 978-7-111-40332-6
ISBN 978-7-89405-091-5（光盘）
定价：58.00 元（含 1CD）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务	网络服务
社服务中心：(010)88361066	教材网：http://www.cmpedu.com
销售一部：(010)68326294	机工官网：http://www.cmpbook.com
销售二部：(010)88379649	机工官博：http://weibo.com/cmp1952
读者购书热线：(010)88379203	**封面无防伪标均为盗版**
策划编辑：(010)88379772	

前 言

20多年来，Gibbs公司一直是全球先进CAD/CAM技术方面的领导者，能在保持易学易用和高生产率的同时，提高产品质量。“Powerfully Simple，Simply Powerful”是Gibbs公司的经营宗旨和目标。Gibbs公司的宗旨是为NC编程师、机械师、制造工程师提供软件和服务，使他们的工作更有效。Gibbs公司的目标是向制造业提供新技术和新方法，使他们的加工制造更为简单，进而提高效益和增加利润。为此，Gibbs公司创造了一些非常直观的、图形化交互、形象生动的工具，使用者可以发挥想象力进行操作，并把原有复杂的工作变为一种享受。Gibbs公司根据客户需要，以成功的服务和技术支持为客户提供一个总体的、有效的解决方案。

现在的GibbsCAM软件产品线支持2~5轴铣削、车削、车铣复合、多任务车铣复合加工和线切割。GibbsCAM软件同时提供完整的制造建模功能，包括2维、2.5维、3维线框，曲面和实体建模。GibbsCAM软件的数据转换功能可以访问大部分国内和行业标准的CAD数据格式。

为了帮助广大读者以及有志于学习GibbsCAM多任务车铣复合加工的技术人员迅速掌握这一先进的软件，我们编写了本书。

本书是在原有《GibbsCAM基础篇》上的延伸，着重对多任务车铣复合加工进行讲解，包括常用到的双主轴双刀塔、B轴双刀塔以及瑞士型机床参数设置，多任务操作管理器如何同步、机床辅助设备如何应用、多通道多主轴编程等。书中既有功能讲解的内容，又有具体练习的题目，最终使读者达到灵活应用软件的目的。同时又着重让广大的工程师们通过实战练习学有所获，并最终应用到实际的生产过程当中去。通过使用能和绝大多数机床搭配使用的CAM软件，可以缩短编程和加工时间，这才是明智的解决方案。

我们希望为广大GibbsCAM爱好者奉献一本完美的教材，但由于时间有限，难免有疏漏和不妥之处，请读者海涵并不吝赐教。

Cimatron北京代表处成立于1998年，主要任务是进行市场宣传、协调销售业务、加强技术支持，从而扩大在中国CAD/CAM行业的影响，为用户提供更及时、完整的服务。作为世界知名的工模具制造软件解决方案供应商，Cimatron特别看好中国的市场前景和潜在的市场。

2002年8月20日，Cimatron Ltd.（NASDAQ：CIMT）作为面向工模具行业提供CAD/CAM解决方案的领导者和开发者，向全世界宣布在中国

北京成立子公司——思美创（北京）科技有限公司。新公司成立后，将在中国进一步推进 Cimatron 软件全面的解决方案，从而进一步为 Cimatron 软件在中国的客户提供更好的服务。思美创（北京）科技有限公司在负责市场、销售、技术支持以及售后服务工作的同时，仍然为代理商在各自区域内的市场、销售、技术支持以及售后服务工作中提供相应的支持。

公司成立至今，分别在无锡、成都、武汉、广州成立了办事处，从而在中国的华东、华南、华中和西南地区进一步推进 Cimatron 软件全面的解决方案，进一步为各区域内的客户提供更好的服务。

我们的解决方案是服务于客户，当然也包括我们的读者。您可以通过公司网站 http：//www. cimatron. com. cn 获得我们的技术支持，并提出您的宝贵意见。

编　者

目 录

前 言

第 1 章 GibbsCAM 快速入门 …… 1
1.1 使用 GibbsCAM 的基本步骤 …… 1
1.1.1 创建或打开工件 …… 1
1.1.2 制作或修改一个模型 …… 2
1.1.3 创建操作 …… 2
1.1.4 加工模拟 …… 2
1.1.5 后处理 …… 3
1.2 GibbsCAM 界面概述 …… 3
1.2.1 关于 GibbsCAM 软件 …… 3
1.2.2 光标 …… 4
1.2.3 动作 …… 6
1.2.4 主菜单 …… 7
1.2.5 工作区 …… 7
1.2.6 列表 …… 9
1.2.7 对话框 …… 10
1.2.8 任务栏 …… 15
1.2.9 颜色 …… 17
1.2.10 剪贴板 …… 18
1.2.11 回收站 …… 18
1.2.12 快捷键 …… 18

第 2 章 GibbsCAM 几何创建 …… 20
2.1 几何图素概述 …… 21
2.1.1 自由造型 …… 21
2.1.2 几何专家 …… 21
2.1.3 混合建构 …… 22
2.1.4 从体中提取 …… 22
2.2 在图素上作业 …… 22
2.2.1 外形与连接 …… 22

2.2.2 点 …… 22
2.2.3 特征 …… 23
2.2.4 构成连接 …… 23
2.2.5 打断连接（分离） …… 24
2.2.6 几何下拉菜单 …… 24
2.3 自由造型图形绘制界面 …… 24
2.3.1 子功能控制面板 …… 25
2.3.2 点子功能面板 …… 26
2.3.3 线子功能面板 …… 28
2.3.4 圆子功能面板 …… 30
2.3.5 图样子功能面板 …… 31
2.3.6 曲线子功能面板 …… 36
2.3.7 倒圆 & 倒斜角子功能控制面板 …… 38
2.3.8 连接/取消连接 …… 38
2.3.9 实体解析子面板 …… 39
2.3.10 几何专家 …… 41
2.4 几何专家界面 …… 42
2.4.1 概要 …… 42
2.4.2 如何使用几何专家 …… 42
2.4.3 使用几何专家建立外形 …… 43
2.4.4 几何专家表格 …… 43
2.4.5 附加信息 …… 45
2.4.6 圆弧建立 …… 46
2.5 尺寸标注 …… 47
2.5.1 尺寸标注面板 …… 47
2.5.2 工作群组 …… 48
2.5.3 工作群组列表 …… 48
2.5.4 层别 1 …… 50
2.5.5 工作群组概要 …… 50
2.5.6 坐标系统 …… 51

第 3 章 GibbsCAM 几何创建练习 …… 53
3.1 练习一：铣削教程零件（自由造型） …… 53
3.1.1 工件设定 …… 53
3.1.2 创建多个点 …… 54
3.1.3 半径和圆心点绘圆 …… 55
3.1.4 标签 …… 56
3.1.5 两圆间切线 …… 57
3.1.6 两圆间切弧 …… 58

3.1.7 通过一个点画一条与圆相切的线 …… 59
3.1.8 平行线 …… 60
3.1.9 连接圆和线 …… 60
3.1.10 复制图素 …… 61
3.1.11 两个圆之间的切线 …… 61
3.1.12 与两个圆相切的弧 …… 62
3.1.13 两点绘线 …… 63
3.1.14 反向圆弧 …… 63
3.1.15 圆和直线的相切弧 …… 64
3.1.16 选择外形 …… 65
3.1.17 凸台 …… 66
3.2 练习二：车削教程零件（几何专家） …… 68

第 4 章 GibbsCAM 车削 …… 77
4.1 工件设置 …… 77
4.1.1 文件对话框 …… 77
4.1.2 工件详细信息 …… 77
4.1.3 机床和毛坯详细信息 …… 79
4.2 刀具创建 …… 79
4.2.1 刀具创建概览 …… 79
4.2.2 车刀对话框 …… 80
4.2.3 刀具偏置 …… 84
4.2.4 刀具列表摘要 …… 85
4.3 加工 …… 85
4.3.1 加工概览 …… 85
4.3.2 创建一个操作 …… 86
4.3.3 什么是切削形状 …… 86
4.3.4 多过程设计 …… 87
4.3.5 修改一个操作 …… 87
4.3.6 加工面板 …… 87
4.4 工艺 …… 87
4.4.1 轮廓加工 …… 88
4.4.2 粗加工程序 …… 91
4.4.3 螺纹加工 …… 95
4.4.4 孔加工 …… 97
4.4.5 攻丝 …… 98
4.4.6 预定义过程组 …… 100
4.5 操作 …… 101
4.5.1 间隙移动 …… 101

4.5.2　固定循环 …… 105
4.5.3　加工标记 …… 106
4.5.4　材料数据库 …… 108
4.5.5　操作列表 …… 108
4.5.6　接触点信息 …… 112
4.6　切削工件渲染 …… 112
4.6.1　切削工件模拟概要 …… 112
4.6.2　标准 CPR 和快速 CPR 比较 …… 113
4.6.3　模拟控制面版 …… 113
4.6.4　快速切削模拟 …… 115
4.6.5　打印切削零件模拟图像 …… 118
4.7　后置处理 …… 118
4.7.1　后置处理概述 …… 118
4.7.2　后置处理对话框 …… 118
4.7.3　后置输出格式 …… 119

第 5 章　GibbsCAM 车削练习 …… 121
5.1　车削编程基本步骤 …… 121
5.2　工件设置 …… 121
5.3　自定义毛坯 …… 122
5.4　刀具列表 …… 124
5.5　创建程序 …… 129
5.6　创建操作 …… 133
5.7　创建程序——内径 …… 142
5.8　车螺纹 …… 145
5.9　切断 …… 146
5.10　后处理 …… 149

第 6 章　GibbsCAM 铣削 …… 150
6.1　工件设置 …… 150
6.1.1　文件对话框 …… 150
6.1.2　材料和文件设定 …… 150
6.1.3　机床结构和毛坯数据 …… 151
6.1.4　工作空间 …… 153
6.1.5　自定义毛坯 …… 153
6.2　刀具定义 …… 154
6.2.1　刀具菜单 …… 154
6.2.2　刀具对话框 …… 155
6.2.3　刀具类型 …… 156

6.2.4 刀具选项 …… 159
6.2.5 刀柄定义 …… 160
6.2.6 刀具菜单摘要 …… 162
6.2.7 刀具偏置 …… 162
6.3 程序对话框 …… 163
6.3.1 钻孔程序 …… 163
6.3.2 轮廓加工程序 …… 171
6.3.3 粗加工程序 …… 177
6.3.4 螺纹铣削程序 …… 188
6.3.5 只切余料 …… 188
6.3.6 旋转参数表 …… 191
6.3.7 进/退刀参数表 …… 192
6.4 旋转铣削 …… 193
6.4.1 通过 A－轴插补的旋转铣削 …… 193
6.4.2 平坦和径向几何 …… 194

第 7 章 GibbsCAM 铣削练习 …… 197
7.1 基础铣削教程 …… 197
7.1.1 设定模型 …… 197
7.1.2 创建刀具列表 …… 198
7.1.3 创建工艺 …… 201
7.1.4 钻孔、粗加工和轮廓铣削 …… 202
7.1.5 手绘加工 …… 211
7.1.6 攻牙 …… 216
7.1.7 凸台锥面 …… 218
7.1.8 组织操作 …… 220
7.1.9 后处理 …… 221
7.2 旋转铣削教程 …… 223
7.2.1 建立零件 …… 223
7.2.2 操作 1 …… 223
7.2.3 操作 2 …… 223
7.2.4 操作 3 & 4 …… 226

第 8 章 GibbsCAM 高效加工 …… 228
8.1 快速入门 …… 228
8.1.1 如何知道最好的切削条件 …… 228
8.1.2 什么是“高进给率” …… 228
8.2 用户界面 …… 230
8.2.1 深度图解 …… 230

8.2.2 切削控制 …… 230
8.2.3 体积铣 …… 232
8.3 旋转标签 …… 237
8.4 疑难解答 …… 237

第 9 章 GibbsCAM 塔式加工管理 …… 238
9.1 概述 …… 238
9.1.1 惯例 …… 239
9.1.2 文本 …… 239
9.1.3 图形 …… 239
9.2 界面 …… 239
9.2.1 进入 TMS …… 239
9.2.2 多个工件模式 …… 240
9.2.3 更新跟踪 …… 240
9.2.4 塔式加工管理对话框 …… 241
9.2.5 毛坯及夹具布局 …… 241
9.3 工件设置 …… 242
9.3.1 VNC 文件设置 …… 242
9.3.2 塔式加工管理系统对话框 …… 242
9.3.3 工件布局 …… 243
9.3.4 标准 …… 243
9.3.5 自定边 …… 244
9.3.6 输出 …… 246
9.3.7 操作布局 …… 247
9.3.8 坐标系统/操作布局对话框 …… 247
9.3.9 毛坯及夹具布局 …… 249
9.4 使用 TMS 系统 …… 250
9.4.1 资料报告 …… 250
9.4.2 一致性检查 …… 252
9.4.3 自定边的布局 …… 252

第 10 章 GibbsCAM 塔式加工练习 …… 254
10.1 关于零件 …… 254
10.1.1 零件设置 …… 255
10.1.2 刀具设置 …… 255
10.1.3 加工零件 …… 255
10.1.4 塔式加工设定 …… 260
10.1.5 材料和夹具布局 …… 265
10.1.6 机床仿真 …… 268

10.2　自定边设置 …… 269
10.2.1　设定 TMS …… 270
10.2.2　零件布局 …… 270
10.2.3　操作群组 …… 271
10.2.4　实例过滤器和边布局 …… 271
10.2.5　渲染零件 …… 272

第1章 GibbsCAM快速入门

GibbsCAM 是一种易于使用的 CAM 系统。这里提供一个简单的流程：一个工件从创建到完成编程。当我们没有确定按照何种顺序建立一个工件时，就有必要做一些准备工作。例如，在创建一个工件之前需要建立一个文件，或者在产生刀具路径之前必须确定刀具列表。当然，这些操作都可以撤销，恢复到之前的状态。下面是加工一个简单工件的流程。

1.1 使用 GibbsCAM 的基本步骤

1.1.1 创建或打开工件

单击“新建”按钮，就可以创建一个工件文件。一个新建的工件文件需要绘图或者打开一个已经存在的文件。这个文件控制菜单由两部分组成：一个是进行文件管理的对话框，另一个是工件测量数据和设定以及工件注释（可选），如图 1-1 所示。

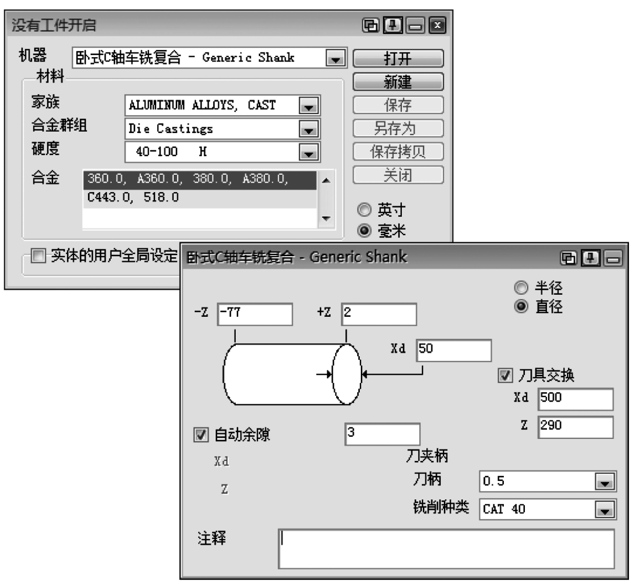


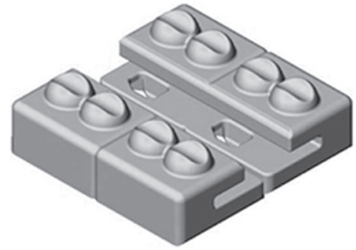
图 1-1　车床工件设定对话框

1.1.2 制作或修改一个模型

接下来做的第二件事情是创建一个零件的模型，或者修改一个现有的模型。建模可通过几何图素（曲线）、实体，或者它们的结合来完成，如图 1-2 所示。



a）几何图素



b）实体

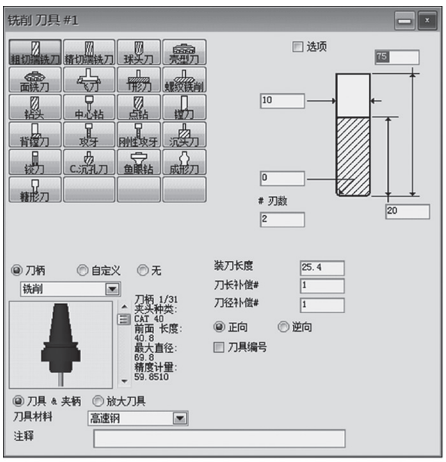
图 1-2　工件造型

1.1.3 创建操作

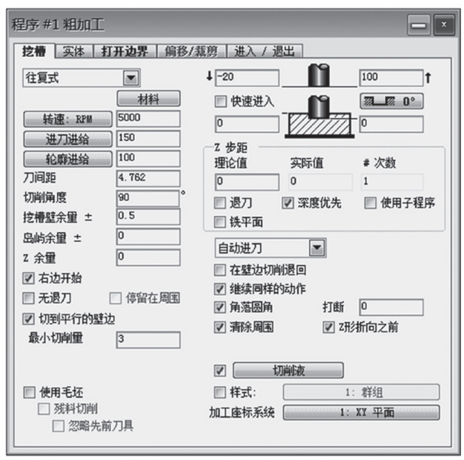
一个模型被建立后，加工功能就可以应用于工件，它包括确定可用的刀具，以及确定工艺过程并且生成操作。只要一个工件文件是打开的，即可随时建立刀具和操作。在刀具被确定之后，工艺过程和操作才可能建立，如图 1-3 所示。

1.1.4 加工模拟

加工工件的操作被确定后，应该使用模拟功能进行检查。模拟功能可实现可视化的检查，发现潜在的错误，这是非常有用的功能，如图 1-4 所示。



a）刀具



b）工艺



c）路径

图 1-3　界面

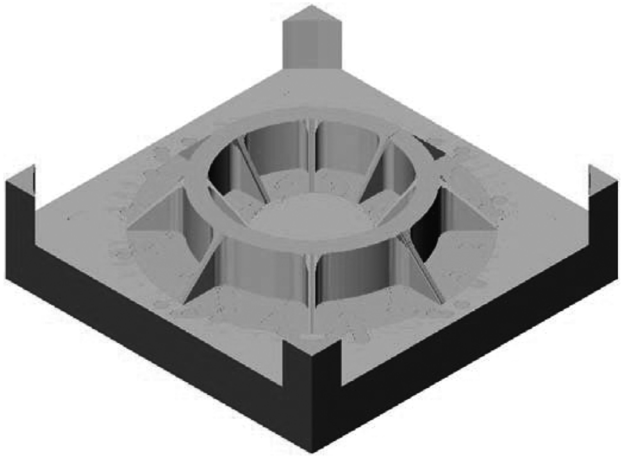


图 1-4　工件加工模拟

1.1.5　后处理

最后一步是应用后处理程序输出 NC 代码，如图 1-5 所示。



图 1-5　后处理

1.2　GibbsCAM 界面概述

这一节介绍 GibbsCAM 的界面。当建立一个图档时，它描述你将看见的所有基本要素，包括在工作区内的菜单、对话框和项目。

1.2.1　关于 GibbsCAM 软件

带有图标的 GibbsCAM 可在 Windows 7 或 Windows Vista 系统上使用，支持长的文

件和路径名，支持 Windows 64Bit 版本，用户可以有独立的文件设定和默认值。同时，GibbsCAM 支持 Windows 的主题，当 Windows 的主题被改变时，软件字体或界面上的颜色和显示效果将改变，如图 1-6 所示。

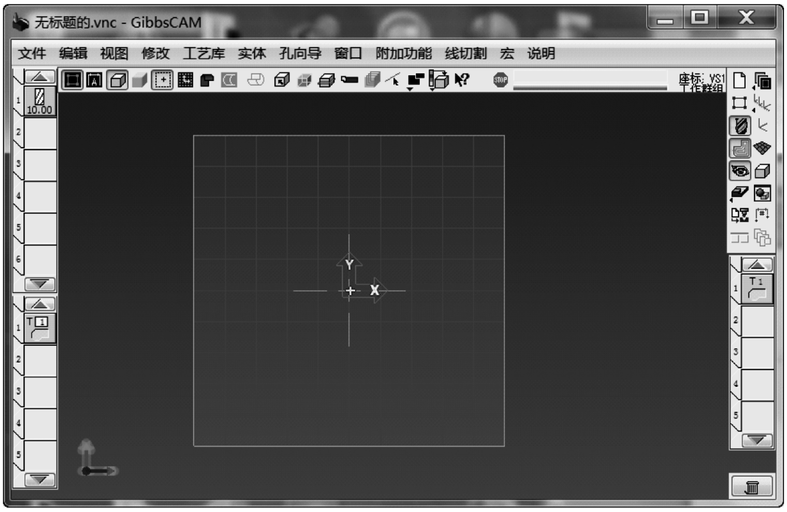


图 1-6　多样界面

其他特征包括：

- 多显示器支持。
- 动态缩放窗口。
- 在工件和项目间复制和粘贴。
- 释放对话框：对话框可以放在应用窗口的外面。
- 捕捉窗口：当接近窗口和对话框，可以捕捉和移动窗口到某个位置。
- 卷起：窗口可以被卷起，只显示它的项目栏（让你的工作区域看起来更整齐）；当鼠标进入时，窗口将自动展开。
- 窗口可以透明化。
- 可以为每个用户分配内存。

OpenGL 可为软件增强显示效果，实现更高的品质、真实的彩色显示、材质特性、高级光源、可定义的颜色、动态的显示过渡、渲染、透明的平面。所有这些都可以改进显示质量，提供更多的用户控制和定义。

GibbsCAM 有三层界面。多数人使用第一层和第二层。第三层界面也就是第 0 层，使用于 GibbsSFP 的指定功能版本。第一层界面如图 1-7 所示。加工面板、工艺列表、操作列表和刀具路径等项目会显示在第二层中，这样可以保持工作区域的清晰，避免凌乱。

第二层界面包含了更多的细节，建议大多数用户在这个界面层别中工作。系统的每个功能都可以在第二层界面中获得，其他层别仅仅包含第二层下的子特征，如图 1-8 所示。

1.2.2　光标

光标可随鼠标移动，它的形状取决于它的位置。

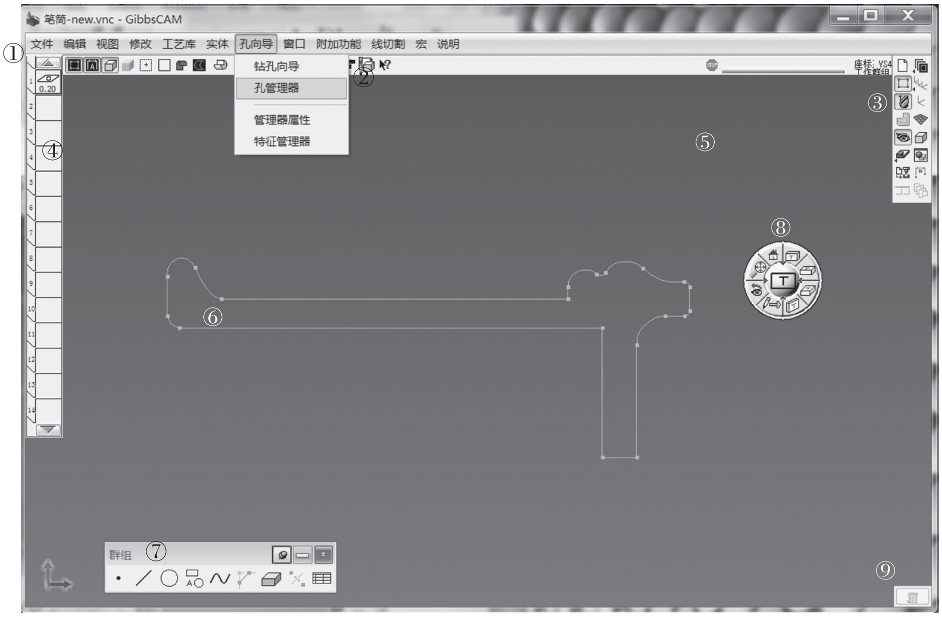


图 1-7 第一层界面

1—主菜单 2—光标和菜单 3—顶层面板 4—刀具列表 5—工作区
6—几何图素 7—几何图素绘制面板 8—视图控制面板 9—回收站

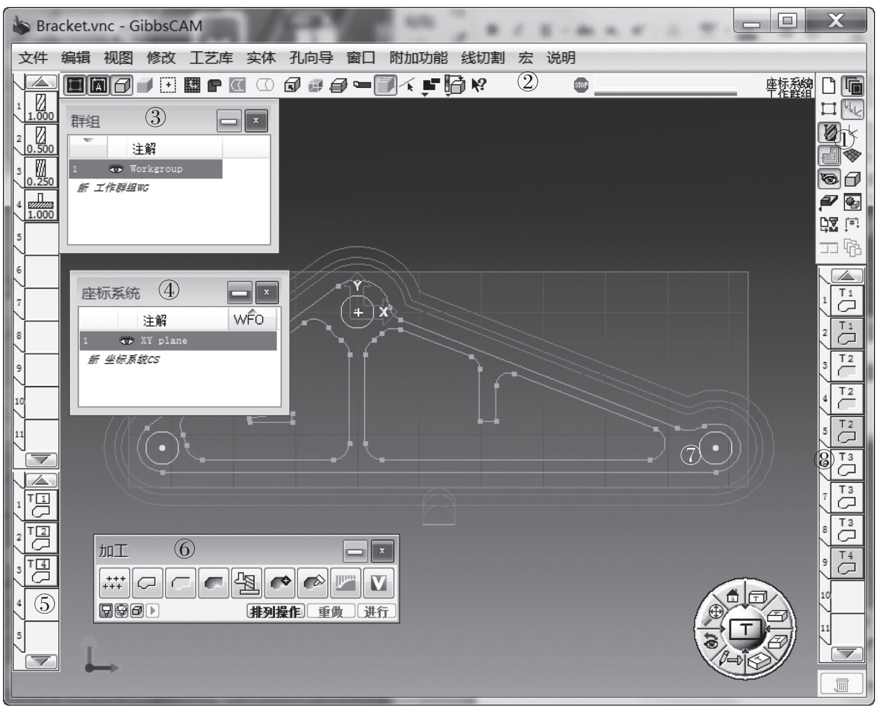


图 1-8 第二层界面

1—顶层面板 2—任务栏 3—工作群组列表 4—坐标系统列表
5—工艺列表 6—加工面板 7—刀具路径 8—操作列表

黑色光标：在选择对象和图素时使用，单击即可选中它们。例如，可以拖拽一个矩形放大屏幕上的图素。

区域选择光标：当按下 Shift 键时进入该模式，或者使用菜单【编辑】→【选择】→【鼠标拖拽】进入该模式，这个光标出现在选择或者放大的时候。

手指形光标：当鼠标移动至按钮上时显示此光标。

手形光标：当准备移动一个对象时显示此光标。这个光标也在轨迹球上使用。

文字编辑光标：当光标位于文字输入区域时，在文本框中单击，就会出现闪烁的文字编辑光标，可以输入或编辑文字。

捕捉光标：当按下 Alt 或 Shift + Alt 键时显示该光标，可以使用该光标将图素或实体上的数值自动填充到文本框中。

圆点光标：在视图面板下用轨迹球拖拽时出现该光标。

白色光标：和黑色光标相同，白色光标在多重选择模式下使用。当按下 Ctrl 键或者进入图素绘制子面板时出现，它允许同时选择多个对象。

帮助光标：使用任务栏中的“帮助”按钮或在【帮助】菜单中选择项目时出现，这个按钮持续显示直到在 GibbsCAM 界面中选择一个项目。

1.2.3 动作

表 1-1 列出了使用系统时常用一些动作。

表 1-1 系统常用动作

移动光标	使用鼠标移动和定位光标
单击	一般是指单击鼠标左键，但有时也会使用鼠标右键
双击	连续快速单击两次
输入	使用键盘输入
拖拽	定位光标，按下并保持按键，移动光标，释放按键
Ctrl + 拖拽	按下并保持 Ctrl 键，拖拽鼠标
Shift + 拖拽	按下并保持 Shift 键，拖拽鼠标
Ctrl + 单击	按下并保持 Ctrl 键的同时单击鼠标
Shift + 单击	按下并保持 Shift 键的同时单击鼠标
Alt + 单击	按下并保持 Alt 键的同时单击鼠标
Ctrl + 双击、Shift + 双击等	按下并保持 Ctrl 或 Shift 键，并双击
右击	使用鼠标右键单击
右击 + 拖拽	按下并保持鼠标右键，拖拽后释放按键

鼠标有（至少有）两个不同功能的按键。左键通常用来选择/取消选择和进入几何图素、实体、文本框、按钮等项目。右键通常进入被选择项目包含的指定功能的上下文菜单。右击确定的项目栏，将弹出相关的指定功能菜单。

下面是一个右键单击的实例。在“历史”列表项目栏上右击，我们会看见它的上下文菜单。该菜单仅仅包括它的历史记录项目，如图 1-9 所示。

1.2.4 主菜单

主菜单显示在屏幕顶端，用户可以在任何时间使用它。主菜单通过它的下拉菜单提供许多系统功能。主菜单的项目包括文件、编辑、视图、修改、工艺库、实体、孔向导、窗口、附加功能、线切割、宏、说明。其他的项目取决于你安装的模块，如图 1-10 所示。



图 1-9 项目树

进入某菜单，将鼠标移动至相应的项目，则该项目会高亮显示，单击鼠标左键即可选中该项目。如果菜单项目是灰色时为不可选。选择图素或者屏幕上其他适当的项目可能改变菜单为可选。



图 1-10 主菜单

下拉式菜单通常包含其他的菜单，通常也叫子菜单。在菜单名后有一个黑色三角形表示它包含子菜单。当选择菜单项目时子菜单自动打开或者下拉，如图 1-11 所示。

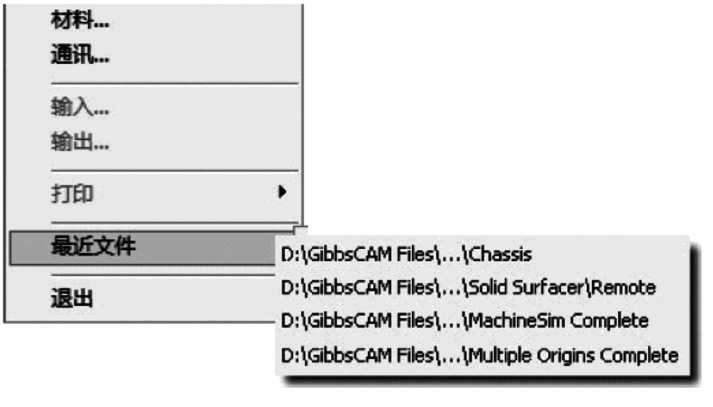


图 1-11 子菜单

1.2.5 工作区

绘图区几乎充满整个当前窗口。当双重箭头出现时，可以通过拖拽改变窗口的尺寸。所有的几何图素、刀具路径和渲染效果都在绘图窗口中显示。工作区包含在绘图区内，工作区的尺寸通过文档对话框设定，并显示默认毛坯的状态。工作区可以使用视图控制面板或快捷键移动和重定位。

面板是一组按钮项目或可弹出项目。在系统中，有几种不同的基本面板。在顶层面板中，有视图控制、加工、模拟仿真和图素绘制等面板。

1. 主面板

主面板由一组按钮组成，这些按钮可以开（按下）和关（释放）。单击一次按钮打开它，可以进入相关的对话框或面板，再单击一次关闭它，将隐藏它的对话框或子面板。顶层

面板是无法移动的，它提供进入系统的功能、面板和对话框。

顶层面板的显示取决于当前的界面层别。当层别 1 有 7 个按钮（包括右边的进入精灵功能的滑动钮）时，层别 2 有 16 个按钮。有些菜单在两个界面层别中都会出现，如文件、图素、刀具、加工、视图、仿真和后处理，如图 1-12 所示。

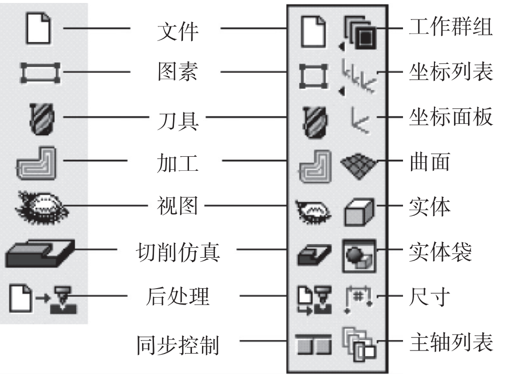


图 1-12　主面板

2. 视图控制面板

视图控制面板如图 1-13 所示，它可以让用户很容易改变当前零件的显示视角。按钮可使用户快速进入标准视图、重绘和取消放大等。中间的轨迹球允许你动态地旋转工件的显示视角。当光标位于球上时，变成手形，它允许旋转拖动它，中间黑色的矩形轮廓线表示出工件的方位，T 字符号表示工件的顶部。视图控制不会影响工件的实际尺寸。

当得到想要的视图后，随即释放按钮，工件将重绘在新的视图中。轨迹球有 4 个围绕在矩形轮廓周围的箭头（定位在 12 点钟、3 点钟、6 点钟和 9 点钟方向），它们叫做坐标轴柄。拖动坐标轴柄可改变单一轴视角，即绕每个轴的垂直、水平和环绕方向，它们的移动基于当前视图。轨迹球可通过拖拽边界移动。

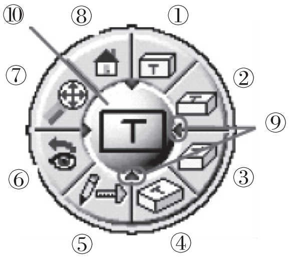


图 1-13　视图控制面板

1—顶视图　2—前视图

3—右视图　4—等角视图　5—重绘

6—前一视图　7—全屏显示　8—原始视图

9—坐标轴柄　10—轨迹球

双击它的外围圆环，视图控制面板会折叠成一个矩形块［视图］，让你可以使用更大的绘图区域；如果需要展开，再次双击它。

右键单击或 Alt + 单击顶视图、原始视图、等角视图、前视图或侧视图时，零件的视图将会反转方向。另外，毛坯和图素的显示将在屏幕上实时重绘。用鼠标右键拖拽轨迹球，毛坯和图素会动态显示在工作区的旋转动作。

3. 绘图面板

绘图面板为一组相关功能面板。当一个按钮按下时，它保持被按下的状态，并且弹出子面板或几何专家表格。绘图面板可以定位在屏幕的任何位置，甚至工作区以外。通过拖拽标题栏可以移动它。屏幕显示几个绘图面板取决于用户安装的模块和许可，主要的绘制面板是几何图素面板，另外还有实体、曲面、坐标系统和尺寸标注等附加面板，这四个面板只会出现在界面层别 2 中，如图 1-14 所示。

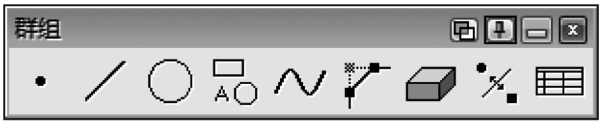


图 1-14　绘图面板

4. 加工面板

该面板有工艺项目及其对应的按钮，可以通过拖拽放在工艺栏中产生加工操作。加工面板可以移动到屏幕的任意位置，如图 1-15 所示。



a）层别1车床加工面板



b）层别2铣床加工面板

图 1-15　加工面板

5. 仿真面板

它提供切削仿真的控制条，允许控制模拟的速度、刀具路径的仿真和刀具的显示，如图 1-16 所示。



图 1-16　仿真面板

1.2.6　列表

在系统中有三种列表，包括刀具列表、工艺列表和操作列表，分别用来描述刀具、工艺和操作路径。列表的位置不可移动，一个列表允许有多个项目。通过单击列表顶部或底部的箭头可以卷动列表，每单击一次向上或向下移动一个项目，列表可以通过按住箭头或鼠标拖拽快速卷动。当快速卷动时，列表每次卷动 6 个项目；当快速卷动时，箭头变成红色，如图 1-17 所示。

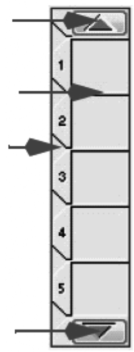


图 1-17　列表

在项目之间的三角空隙下，按下 Shift 键并双击，将产生一个空白的项目位置；在一个空白的项目上，按下 Shift 键并双击，将删除该项目。为了更迅速地使用列表，可以使用上下文菜单命令。

在列表的任意箭头处单击右键，将弹出寻找菜单；右击一个项目也会弹出一个菜单，包括寻找和移动等对话框，如图 1-18 所示。



a）【寻找操作】对话框



b）【移动操作】对话框

图 1-18　操作对话框

1. 刀具列表

刀具列表提供定义切削工件的刀具。双击一个空白的项目，将产生一个刀具并弹出刀具定义对话框，它包含刀具类型、尺寸和材质等信息。每次只可以显示一个刀具的窗口。

刀具项目显示刀具的类型和尺寸，它随着刀具的定义及时改变。刀具列表允许同时包含铣刀和车刀，每种刀具拥有唯一的图片，帮助用户快速识别。

刀具列表通过顶层面板进入，它最多允许一个图档中有 999 把刀具，刀具列表不要求是连续的，在它们之间允许有空的项目。

单击任何工件的刀具列表选择操作列表时，可以使用鼠标滚轮卷动列表。使用 Ctrl + 鼠标滚轮可以每次滚动多个项目。在之后的工艺和操作中也可以使用同样的方法。

刀具列表中的刀具可以通过默认工件自动产生，如图 1-19 所示。

2. 工艺列表

工艺列表用来定义刀具路径和产生操作。一个工艺项目需要两个要素：刀具列表中的单一刀具和加工面板中的一个加工策略。当这两个要素被拖放进同一个工艺项目时，一个工艺产生。安全平面值、切削深度、进给率和其他项目都在工艺对话框中定义。通常需要选择几何图素或实体等，然后在加工面板下单击“进行”按钮产生操作（刀具路径）。刀具路径生成后，一个或多个操作将产生在操作列表下。一旦操作已经产生，工艺项目可以删除，因为相关的信息已经储存在操作中。

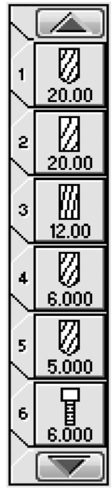


图 1-19　刀具列表

请注意：在一个列表下可以同时定义多个工艺计划。它将使用相同的图素或曲面等生成一组操作。例如，可以将钻孔、镗孔和攻牙用在同一操作（因为它们可以共用图素圆心点）；可以用预钻孔、粗加工和轮廓精加工同样的图素或实体等；在一个列表下可以结合使用多种工艺，但是最多不可以超过 99 个项目。工艺列表不要求是连续的，在它们之间允许有空的项目，如图 1-20 所示。

3. 操作列表

操作列表通过工艺和刀具产生。操作储存了刀具路径（刀具的切削运动）和工艺信息。一个工艺最少产生一个操作，多个工艺将产生多个操作。软件允许使用操作列表产生最后传输到 CNC 机床的程序。

一个工件中最多允许 16000 个操作。操作列表不要求是连续的，在它们之间允许有空的项目。

操作列表拥有比其他列表更大的上下文菜单（右键菜单），菜单包含多个可以应用在操作或路径中的命令，“寻找”和“移动”命令通常也包含在内。操作列表如图 1-21 所示。

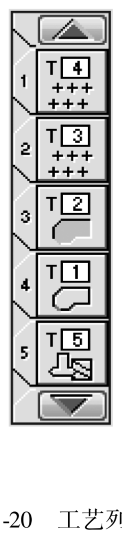


图 1-20　工艺列表

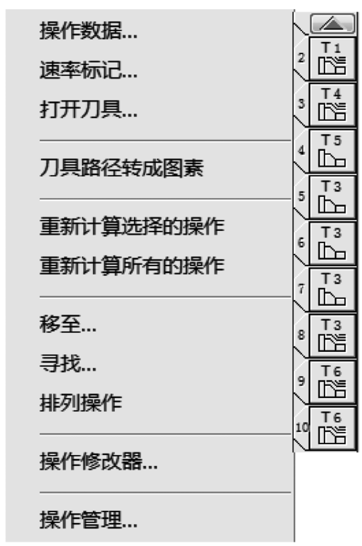


图 1-21　操作列表

1.2.7　对话框

当用户进入系统时需要使用对话框，它包含文本框、按钮、复选框和下拉菜单等。对话

框可以在工作区移动，可以通过双击标题栏卷起。

可移动对话框：大多数对话框可以在屏幕上移动。对话框的顶部是标题栏，它显示对话框的名称。拖拽标题栏可以移动对话框，单击右上角的按钮可以关闭对话框。双击标题栏可以卷起对话框，当光标停留在对话框时，它才展开；再次双击可以恢复它的正常尺寸。这个功能可以保持界面整洁和增加工作区的大小。

打开对话框：用来寻找、预览和打开文件。可通过文件菜单或单击文件控制对话框中的“打开”按钮显示。当你选择了一个 VNC 档案时，该工件将会提供它的预览和尺寸等信息。下面的例子显示一个铣床工件和车床工件的信息，如图 1-22 所示。



图 1-22 对话框

1—工件文件夹 2—打开文件类型 3—打开文件名 4—工件预览

5—材料信息 6—工件注释 7—工件尺寸 8—显示/隐藏箭头

几何图素对话框：用于在绘制几何特征时输入图素信息。所有的几何图素对话框顶部有当前工作群组名和选择对话框，包括实体、曲面和坐标系统，如图 1-23 所示。

文字建立对话框：包含【文字】、【间距】和【文字流】选项卡。单击选项卡进入相关窗口。底部有文字输入区和“执行”按钮，如图 1-24 所示。

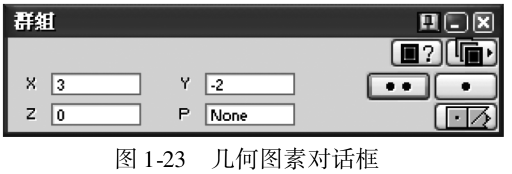


图 1-23 几何图素对话框

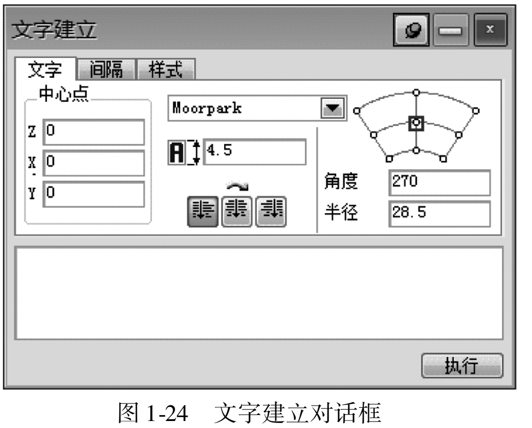


图 1-24 文字建立对话框

工作群组选择对话框：工作群组选择对话框用来选择、切换、显示和产生新的工作群组。当前工作群组始终是高亮的，双击眼睛图标可以切换该工作群组中的图素在屏幕上的显示/隐藏。除当前工作群组外，其他工作群组中的几何图素为灰色，且不可选择，这些群组被称为背景工作群组。按住 Shift 键可以选择连续的多个群组，按住 Ctrl 键可以选择多个非连续的群组，如图 1-25 所示。

坐标系统选择对话框：当前坐标系统总是高亮显示的。双击眼睛图标可以切换该坐标系统的标记的显示/隐藏。坐标系统的标记在绘图区内显示为红色，且可以被选中。按住 Shift 键可以选择连续的多个眼睛图标，如图 1-26 所示。



图 1-25　工作群组选择对话框



图 1-26　坐标系统选择对话框

刀具对话框：用来定义加工当前工件的刀具。每个刀具对话框有一个当前刀具类型的图标（根据机床的类型确定可用的刀具类型，例如车铣加工中心可以定义车刀和铣刀）。另外，有一个大的选择刀具类型的图框和指定刀具尺寸的文本框，它的尺寸不会随着输入尺寸的变化而改变，如图 1-27 所示。

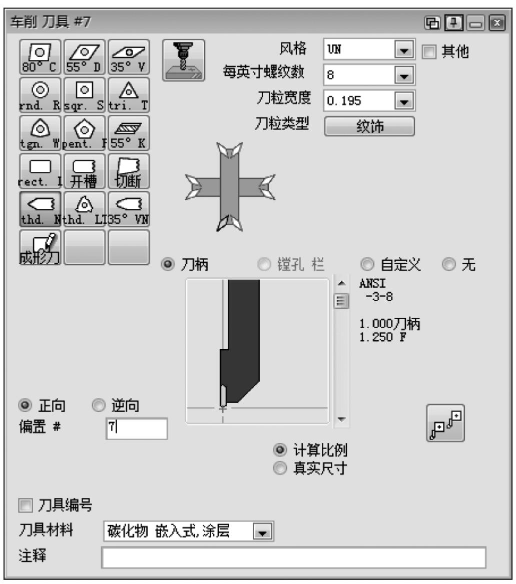
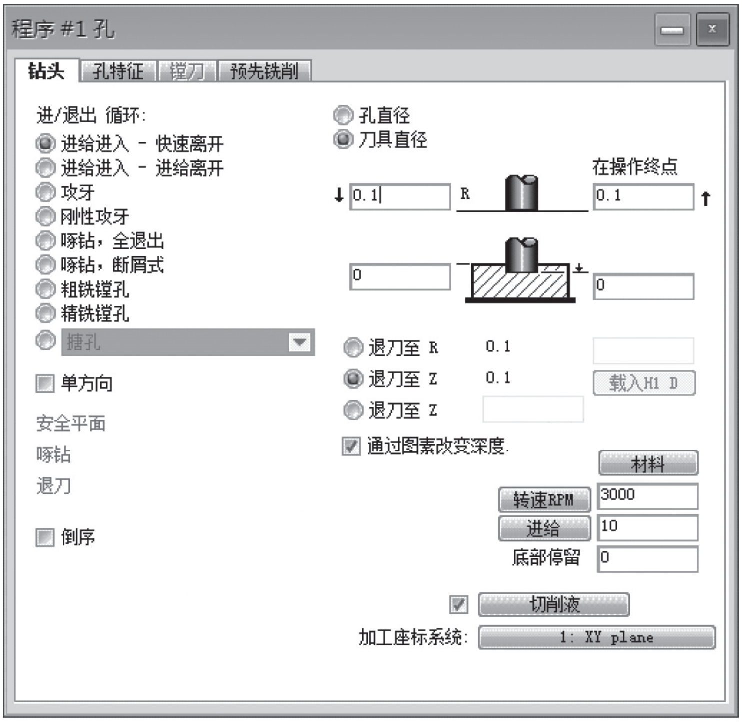
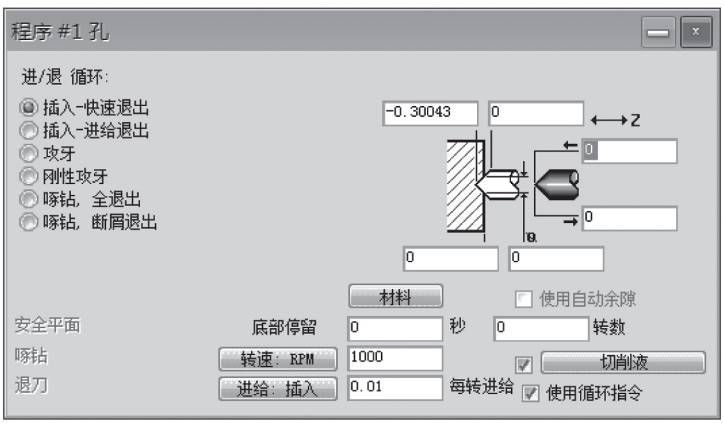


图 1-27　刀具对话框

工艺对话框：用来定义生成的刀具路径的相关参数。当一个加工策略和一把刀具被拖放进同一个工艺项目下时，该对话框自动打开。对话框的改变取决于多个条件。该对话框如图 1-28 所示。



a）铣削对话框



b）车削对话框

图 1-28　工艺对话框

文本对话框：文本对话框供用户输入文本。当单击文本对话框时，有一个闪烁的光标提示输入文本。移动光标单击下一个文本框，可以轻松地切换填写下一个文本框。在文本框中，双击可以选中其中的全部文本（高亮），新输入的文本将替换掉当前所有内容。如果需要选中文本框中的部分文本，按住鼠标左键在需要的文本上拖拽即可。数值文本可以识别十进制的逗号和小数点数值。从一个文本框切换到另一个，可以使用鼠标单击下一个，或者使用 Tab 键快速切换。使用 Tab 键可以切换到下一个文本框，并使文本框的文本高亮成为选中编辑状态。按下保持 Tab 键，可以一直切换到需要的文本框，如图 1-29 所示。

文本框中的文本可以被复制、剪切和粘贴等，可以使用快捷键 Ctrl + C、Ctrl + X 和 Ctrl + V，或者使用【编辑】菜单中的相应命令。请注意输入的数值是基于标准笛卡儿坐标系统的，允许输入负值，如图 1-30 所示。



图 1-29　文本对话框示例

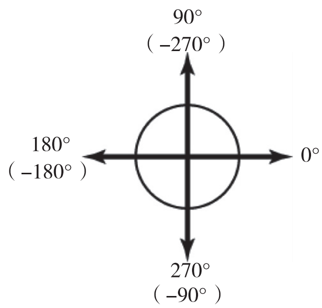


图 1-30　坐标示例

计算功能：所有的数值输入框都支持一些标准的运算功能，如加、减、乘、除（如你按“M”键，系统会自动乘以 25.4，这是英制转公制的好办法）。按下“=”键或“Tab”键会计算出最终的数值。

表 1-2 列出了各按键对应的计算功能。

表 1-2　计算功能

按　　键	功　　能	按　　键	功　　能
+	加	−	减
*	乘	=	等于
/	除	I	转换到英制（/25.4）
M	转换到公制（×25.4）	C	余弦
S	正弦	A	余切
T	正切	E	科学计数法（41e−2=0.41）
R	平方根		

单选框：单选框有两个或更多选项。当一个选项被选中（开）后，其他选项不可选（关）。被选中的选项显示为黑色的圆点，如图 1-31 所示。

复选框：为每一个选项提供。在一个复选框中单击可以选择或取消选择该选项，当复选框内有一个黑色对号时为选中，如图 1-32 所示。

滑动条：当指定值没有被严格要求时，可能会使用滑动条，它是在一些对话过程中使用的一个界面项目。用户可键入数值或使用滑动条。例如，在显示选项对话框或者在属性对话框里定义弦高度，用户可以控制图素的显示效果：把滑块移到左侧使用较小的值，移到右侧使用较大的值。当滑块被移动时，数值随着运动更新。在弦高度中，滑动条数值范围从 0.0001 in 到 0.1 in（英制）或者从 0.001 mm 到 3 mm（公制），如图 1-33 所示。

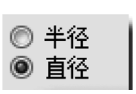


图 1-31　单选框

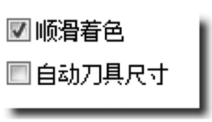


图 1-32　复选框



图 1-33　滑动条

点标记：用于某些特别操作，通常位于一个对话框中的某个矩形框内。可以拖拽它到需要的项目上或定位在工作区。如果要移除点标记，将它拖回矩形框内即可。有些对话框自动放置起始和终止点标记，如实体、倒角和变倒角。自动放置的标记不可以删除。

下拉菜单：提供多重选择。下拉菜单像文字输入项目，但是只可以选择，不允许修改。菜单允许单击箭头移动光标来卷动列表。被选中的项目会高亮显示，如图 1-34 所示。



图 1-34　下拉菜单

1.2.8　任务栏

任务栏只在界面层别 2 中显示。它定位在绘图窗口的主菜单下，包含多个影响显示和选择的功能图标，如图 1-35 所示。



①　②　③　④　⑤　⑥　⑦　⑧　⑨　⑩　⑪　⑫　⑬　⑭

图 1-35　任务栏

1—显示几何图素　2—显示尺寸　3—显示实体　4—渲染/线框　5—显示毛坯和原点
6—显示坐标系统　7—显示曲面法向　8—包裹图素　9—显示毛坯状态　10—面选择
11—边选择　12—显示剖面轮廓　13—刀柄显示　14—项目帮助

显示几何图素：当该按钮按下时，所有在当前选择的坐标系统和工作群组下的几何图素显示在屏幕上；当按钮弹起时，所有几何图素将隐藏。

显示尺寸：当该按钮按下时，所有在当前可视工作群组中的尺寸在绘图区显示；当按钮弹起时，所有尺寸将隐藏。

显示实体：这个按钮与显示几何图素按钮类似，只是它影响的是实体和曲面。当该按钮按下时，所有实体曲面可以显示；当按钮弹起时，所有实体曲面将隐藏。但是它不影响在实体袋中的对象。这个按钮在任何有实体模块的情况下均可用，如实体导入、2.5D 实体和实体曲面。

渲染/线框：提供 4 种实体显示模式。第一种显示实体为线框，它将实体以线框架的形式显示；第二种为线框隐藏模式，与线框显示类似，但是它将实体背面的线框隐藏起来，就像实体显示一样；第三种为渲染加线框显示，将实体渲染并提供线框的显示；第四种为系统默认的渲染模式，以实体渲染效果显示，如图 1-36 所示。

显示毛坯和原点：当按钮按下，毛坯的最大外形和原点显示在屏幕上，也可以通过【视图】菜单下的“显示毛坯 & 原点”实现。

显示坐标系统：这个按钮控制坐标系统和它的基准平面是否可见。这个按钮有四种状态：格点和平面、仅仅平面、仅仅格点、关闭。默认的状态为“格点和平面”，它将坐标系统格点和当前坐标系统的轴标记在屏幕上；“仅仅平面”将隐藏格点，显示渲染平面和坐

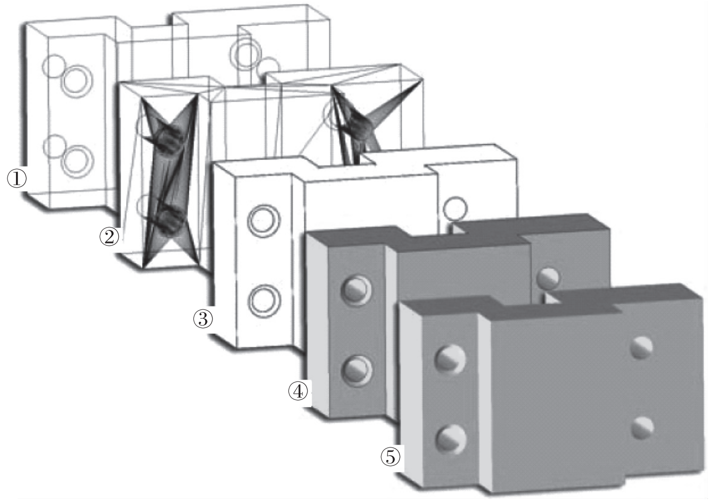


图 1-36 显示状态

1—线框-边界 2—线框-面 3—渲染-边界 4—渲染-实体和边界 5—渲染-实体

标系统；“仅仅格点”只显示格点，不显示渲染平面；“关闭”状态下，格点和平面都将隐藏。坐标格点和平面的产生基于坐标系统的原点。

显示曲面法向：这个按钮用于曲面，通过不同的颜色来分辨曲面的法向，即曲面的正面或反面。曲面的正面仍然以标准的蓝色显示，反面将以红色显示。曲面的正面即曲面的法向正向方向，反面则相反。当使用补正曲面或实体化曲面（补正和挤出选项）建模时，曲面的正反面非常有用，补正或挤出一个值时的方向依赖于曲面的正反向。你可以切换曲面的正反向，使用【修改】菜单中“反转法向”命令即可。这个功能只在实体输入和曲面实体模块中才可用。

包裹图素：当此按钮被按下时，在当前工作群组中深度非 0 的图素将以等于它深度的半径缠绕显示。这个按钮在螺旋切削中有效。螺旋切削允许绕 C 轴旋转铣削，相当于缠绕刀具路径。当打开时，图素绘制和显示呈圆柱状，缠绕在工件中。图素被定义使用 XZC 坐标，当 X 表示半径或直径时，如果要绘制或显示缠绕图素，必须将当前工作群组的属性在工作群组对话框中定义为旋转铣削。

显示车床毛坯模式：当在车削、车铣复合或多任务加工模块下模拟时，该按钮可用于控制毛坯的显示状态，包括完整的、1/4 切割和 1/2 切割。单击该按钮可以循环切换显示状态。

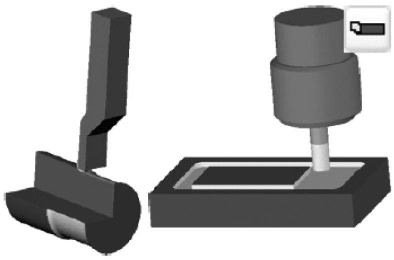
面选取：当该按钮被按下时，系统可以使用面选取（这意味着单击面或实体时，只选取选中面而不是整个实体）。该按钮在任何实体模块下有效。

边选取：当该按钮被按下时，全部曲面和在工作区内的实体的边缘将被显示，这些边缘可以被选择。以下的功能可能需要倒角：几何图素抽取、实体取消缝合等，用户一定要使用边选取方式。此外，当使用实体取消缝合的功能时，边选取方式对观看一个模型的外部边界有用。如果边缘被双击，系统将试图选择包含被选择的边界的一整个环。当它在一个顶点有不止一个选择时，这种边选取将停止。在某些情况下可能需要双击不同的边选择整个

环，但是仍然比一个一个边界的选取要快得多。

显示截面轮廓：跟随工件的一组格点平面，平行于当前的坐标系统。它可以沿着当前坐标系统的深度方向移动，可以用来在实体上取得截面轮廓供加工，也可以被抽取成为几何图素。当选择绿色的轮廓时，用抽取图素命令就可以得到几何图素。在任何实体模块中都有该功能。

刀柄显示：可以用来控制刀柄的显示。这是一个控制车床刀柄、镗刀柄和铣床刀柄显示的快捷方式。如果需要显示刀柄，必须在定义刀具时为其指定刀柄。如图1-37所示。


图1-37　刀柄显示

在项目上的帮助：当你使用帮助光标选择一个项目时，可查看此项目的帮助信息。

处理栏：处理栏可以显示当前的操作信息和状态等。单击“Stop”按钮可以停止当前的功能（如刀具路径计算）。当前的工作群组和坐标系统的名称也会在此显示。

1.2.9　颜色

系统使用不同的颜色表示不同的项目。表1-3是针对图素、刀具路径和模拟仿真等不同的颜色说明。

表1-3　颜色说明

项　　目	颜　　色	含　　义
工作区	白色	线框显示工件毛坯和坐标系统标记
	绿色	剖面线格点
几何图素	黄色	未连接图素或终止点
	虚线黄色	未连接快速图素
	淡蓝	连接图素
	虚线蓝色	连接快速图素
	红色	加工图素定义为空气墙
	灰色	图素在背景工作群组下
	品红色	图素在背景坐标系统下
刀具路径	暗蓝	切削外形；选择外形加工区域
	实线桔黄	刀具路径进给移动
	虚线桔黄	刀具路径快速移动
	虚线灰色	使用在定位或换刀上的快速移动
	实线灰色	接近进给移动
实体/曲面	灰色	实体
	黄色	选中实体（实体或曲面）
	蓝色	毛坯；选中轮廓
	红色	夹具或曲面的反面
	淡蓝	曲面或平面
	绿色	取消选中的轮廓

（续）

项　目	颜　色	含　义
模拟仿真	蓝色	毛坯
	黄色	选中的操作或刀具模拟的切削
	灰色	未选中的操作或刀具模拟的切削
	红色	刀具干涉

孔管理：在孔的顶部显示“×”和一根指向钻孔点的线（表示最终深度）。不同的颜色表示不同的孔类型，如图 1-38 所示。

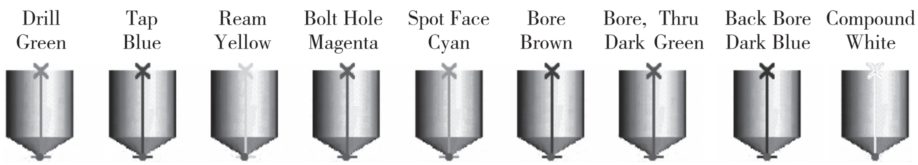


图 1-38　孔类型

1. 2. 10　剪贴板

剪贴板是临时存放几何图素、实体、文本、刀具和工艺的空间。“剪切”将删除选中的项目，并把它临时存放在剪贴板中，剪贴板中的内容可能被之后的内容替换。“复制”会将选中项目的副本放在剪贴板中。“粘贴”可以做两件事情：如果当前有选中的对象，剪贴板中的临时对象将替换它；如果当前没有选中的对象，剪贴板中的临时对象将粘贴到当前位置。注意剪贴板中的对象仅可粘贴到可粘贴的地方，比如不能将一个刀具粘贴到文本框中。

剪切和粘贴是将图素从一个工作群组移至另一个工作群组的好方法。甚至可以在工件之间移动和复制几何图素、实体、刀具和工艺等。如果要在两个 GibbsCAM 之间使用剪贴板，需要它们有相同的版本，并且必须在关闭它之前完成。剪切或复制一个工艺项目时，它会将刀具一同粘贴过来。注意：只可以复制工作区的项目（几何图素和实体）或者刀具及工艺列表中的项目。

1. 2. 11　回收站

回收站图标可以删除屏幕上的一些对象，如列表中的项目、图素或实体等。有两种方法实现删除功能：第一种方法是使用回收站图标，单击它可以删除选中的对象，如列表中的项目、图素或实体等。多重对象可以被选择，比如多把刀具、操作和几何图素。但是，它只删除当前选中激活的对象。第二种方法是将项目拖拽到回收站中或按 Delete 键。从【编辑】菜单中选择“取消”或按 Ctrl + Z 可以取消上一次的动作，请记住只允许取消上一次的动作。

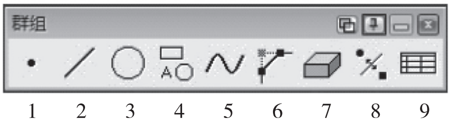
1. 2. 12　快捷键

按钮快捷键

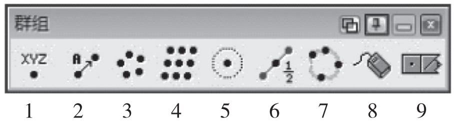
：很多时候，用按键会比用鼠标快。当一个按钮有外形线环绕或高亮显示时，可以用 Enter 键选择它。

几何图素对话框允许用户绘制单一或多重特征。绘制一个特征（如一个圆），单击单一圆按钮；绘制多个特征（如多个圆），单击多个圆按钮。有一个按钮总是高亮的，可单击或通过 Enter 键按下它，使用 Shift + Enter 键可选择未高亮显示的按钮。

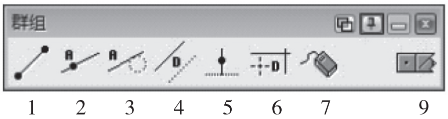
面板快捷键：在系统里，除了选择菜单以外，其他功能有一些键盘快捷方式，可通过相应的数字键来单击按钮，如图 1-39 所示。



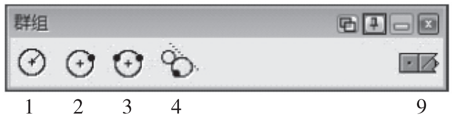
a）【几何图素绘制】菜单



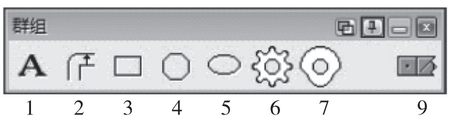
b）【点】子菜单



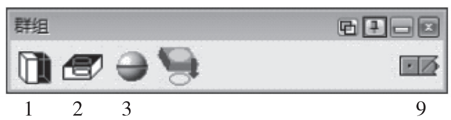
c）【线】子菜单



d）【圆】子菜单



e）【自动外形】子菜单



f）【从实体抽取几何】子菜单

图 1-39　面板快捷键

快捷键列表：从【帮助】菜单中选择快捷方式，将打开系统包含所有快捷方式的对话框。快捷方式可以快速进入菜单和相应的功能，如图 1-40 所示。



图 1-40　快捷键列表

第2章 GibbsCAM几何创建

如果你之前使用过设计 CAD 软件包进行设计和绘图，你会发现 GibbsCAM 图素 CAD 工具与此不同。当你准备开始学习时，可能会觉得很不习惯。GibbsCAM CAD 的目的是辅助制造，这就决定了它和辅助设计 CAD 的区别。

辅助设计 CAD：供设计工程师使用绘制新的设计方案的平台叫做辅助设计 CAD 软件，如 SolidWorks、SolidEdge、AutoCAD、Pro/ENGINEER、CATIA、Unigraphics 等。这些软件可充分发挥设计师的创造力，辅助他们进行自由的造型。

制造业 CAD：定位为制造工程师。制造工程师从其他部门或其他公司得到设计方案后，可能需要重绘这个文件、输入 CAD 文件或修改文件用于加工。此外，制造工程师需要为设计工件绘制工艺模型、刀具或夹具。他们通常不需要作原始的设计。

辅助制造 CAM：用于生成 NC 程序。制造工程师得到图样或工件模型后，就要开始处理工艺计划、创建刀具、规划刀具路径和设计 G 代码。

GibbsCAM 是制造业 CAD 和辅助制造 CAM 的最佳结合，它的任务是加工由设计工程师设计的方案。GibbsCAM 的用户和任务与辅助设计 CAD 不同，GibbsCAM 定位于不同用户和不同任务。

有些情况下，设计和制造的工作由同一人完成，他可以使用 GibbsCAM 的 CAD 功能完成设计，或者使用其他软件设计完成后再导入 GibbsCAM 中。

采用 GibbsCAM 进行图素绘制有以下优势：

1）缩短设计时间：1993 年首次发布 GibbsCAM 时，大量 CAD 软件设计的工程图样被送往制造车间，制造工程师必须重新绘制它们。GibbsCAM 可使设计人员更加简单和快速地完成外形绘制工作。

2）只需要最后的工件图：GibbsCAM 仅需要最后的加工外形，不需要重新绘制工程图。

3）串连：任何 CAM 软件使用设计软件中提到的串连步骤。串连尝试自动连接一个特征到下一个可能的加工外形。当两个以上图素在屏幕上相交时，系统停止串连并让用户选择路径。复杂的图形将更难以处理。当在导入的图素中使用串连功能会找到一些小缺口，这时你就遇到麻烦了，你必须返回 CAD，修复这个问题，再回到串连，寻找下个错误并重复此步骤。GibbsCAM 允许用户使用连接图素来省略这个步骤。结果当你完成了外形绘制时，你就已经完成了串连和加工准备。

快速 & 简单：最大的不同就是 GibbsCAM 学习和使用比辅助设计 CAD 软件要简单。GibbsCAM 没有辅助设计 CAD 风格的修剪功能，它使用的是“连接”，连接一个特征到下一个，当特征有两个连接时，外形会显示自动修剪的效果。机械师可以认为绘图就像 G 代码中刀具围绕工件的线和圆弧的排序。

一个设计 CAD 用户频繁地绘制完全不同的工件，绘制大量的未修剪线和圆，然后通过修剪功能处理它们。在 GibbsCAM 中有个类似的事情要做，但是它并不高效。这时使用 GibbsCAM 就不是很好了，比其他的设计软件中的修剪功能令人困惑而且有可能连接错误。

GibbsCAM 总是专心绘制加工用的外形，你只需要简单地使用一个命令定义组成外形的线和圆。顺时针或者逆时针都没有关系；从哪里开始绘制图形和绘制的方向都不影响加工，你只需要绘制完成工件的外形。

当你开始在外形命令中定义你的图素时，一件很奇妙的事情发生了。在屏幕上很少同时出现两个未修剪的图素，连接和修剪都自动进行。你可以用更少的用户指令绘制外形，而且不需要串连它们。这对你绘图和重绘都是非常有帮助的。

2.1 几何图素概述

几何图形的组成包括线、圆、曲线（样条曲线）和点。几何特征可能是在 2D 和 3D 空间的复杂的连接外形。几何图形可以用来建立钻孔、粗加工和精加工等操作的刀具路径。

几何图形可以使用软件系统的几何建构功能来建立或从其他的软件中导入进来。导入的几何图形，也有可能需要修改。有 4 种方法来建立系统加工需要的几何图形。

- 手工绘制几何图形（自由造型）。
- 几何专家。
- 手工绘制几何图形和几何图形大师混合使用。
- 从实体或曲面（片体）中抽取几何图形。

2.1.1 自由造型

在本系统中手工绘制 CAD 功能也是非常强大且容易使用的。只要单击相应的按钮并输入合适的数值就可以轻松地建立相关的几何图形特征。同样，若要将几何图形特征连接来作为加工操作的几何图形，只要简单地选择相交的外形特征，再单击相应的功能按钮即可。这个系统中有许多不同的选项可实现建立点、线、圆、圆角和倒角的功能，让任何工程图样上标注的外形都可以建立。当工件需要以几何图形建构时，手工绘制 CAD 功能就特别有用。

2.1.2 几何专家

几何专家是一种几何外形建构的方法，可以很容易地快速建立简单的几何图形和比较复杂的几何图形，同时这个方法也非常易学易用。这个功能用于建立单一连续的外形，它可以让用户沿着工件的路径建立外形特征，并且互相连接起来。

几何专家有一个运算表格，外形特征可以由在表格中的图形类型和尺寸来定义，每一行

都将建立一个几何图形，几何图形定义的顺序与外形建立路径的顺序相同。

用几何专家来建立几何图形，就像沿着外形的路径描绘。虽然这种方式与一般外形建构的方式相同，但几何专家更高级，它应用系统内建对于几何原则的知识，并依照逻辑建立的方法，让用户可以在输入最少数目的情况下，建构完整、正确的外形。

几何专家的组合绘图能力让编辑任何已存在的外形都变得非常容易。这个系统在几何物体间维持适当的连接及关系（如交点、切点等）时可以操控尺寸的变化。几何专家让用户可以不用去了解复杂的几何关系，也不用去计算外形的尺寸，只要简单地输入工件工程图上的详细尺寸，系统会自动计算其他尺寸。

2.1.3　混合建构

同时使用几何专家和手工绘制功能来建立工件的外形，是一种功能非常强大的混合建构应用方式。举例来说，一条简单有倒角的外形可用这种方式在很短的时间内建立出来，用几何专家建立水平及垂直的线，再用几何建构面板中的“自动圆角/倒角”选项来建立倒角。

双击当前的2D几何外形，再单击几何专家功能，我们就可以通过几何专家的表格更改几何图形的尺寸。

2.1.4　从体中提取

几何图形也可以从实体和片体（曲面）上提取出来。面、边线和孔可以被提取出来。

2.2　在图素上作业

2.2.1　外形与连接

用本软件加工一个工件时，在其工件文件中必须含有工件几何图形。要钻孔或攻牙，就必须定义位置数据（点）；要加工一个轮廓、外径/内径或切出一个螺纹，就必须定义出一个外形图素，让刀具可以沿着一个轮廓进行切削；要进行挖槽加工，就必须定义出一个封闭形状。

外形有两种类型：开放式（不封闭）和封闭式。一个开放式外形由一组相连接的图素构成，这种外形中有明确的起始位置和结束位置。这两端可以相连接也可以不相连。一个封闭的外形也由一组相连接的图素构成，但是没有起始位置和终止位置。圆就是一个简单的封闭外形的例子。双击封闭外形的一个图素，就会选择上所有的图素（包括点等图素），如图2-1所示。

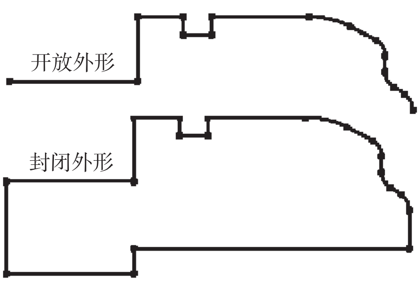


图2-1　开放与封闭外形

在这个软件中将几何图形分成两类：图素和点。线、圆和曲线都是图素。

2.2.2　点

一个点可以有三种状态，它可以是一个普通的点（无约束）、一个连接点（完全约束），或一个终止点（半约束）。

一个普通的点用来建构其他的几何图形，而它也可以转换成一个连接点或终止点。普通的点也可以用做钻孔或攻牙的定位特征。这种点是以黄色小圆圈显示。

连接点用来把两个图素连接在一起，它以蓝色小方块显示。

终止点用来结束一个外形，它以黄色小方块显示。

2.2.3　特征

一个特征图素是指一条线或一个圆。一个图素也有三种状态：未连接、连接但未修剪、连接且修剪。一个图素最多被两个点连接约束控制。当在一个图素上加上第二连接时，它就会改变显示颜色并被修剪。

未连接的特征图素以黄色显示。它们可以用来建构另外的几何图形，也可以与其他的几何图形连接以构成加工的外形。以黄色显示的单一图素（以一条线或一个圆来举例），可以被系统用来作为加工图形，而不需要与其他任何的特征连接。

连接但未修剪的特征是指只有一个与其他特征连接的特征。这个特征在加入第二连接或被终止之前都不会被修剪。这种特征也是以黄色显示。

连接且修剪的特征以蓝色显示。它们的两端都有连接。它们都已有两个连接，所以不能连接其他的特征。

2.2.4　构成连接

大多数的连接都是由软件自动计算的。若在屏幕上选有两个图素时，选择几何建构面板上的点连接按钮（也可以单击鼠标右键选择“连接/取消连接”选项），软件就会自动在两个图素的交点或切点上建立一个连接。不能自动建立连接时，就会在两个图素的交点或切点上建立一个普通的点。一旦一个图素上有两个连接时，就会被视为已完整连接，必须在原来的外形上打断一个连接才能加入另一个连接。

如果在两个黄色图素的交点或切点上已存在一个普通的点，这个点就可以转换成一个连接点。这个功能可由几何建构面板上的“连接/取消连接”按钮来完成，按住 Shift 键选取点及两个与此相交的图素，就可以将此点变成一个连接点。这些必须是唯一被选取的项目。接着在“连接/取消连接”按钮上单击，这个点就会变成一个蓝色小方块。若这些图素中的一个（或两个）已经与其他的特征连接，这个图素就会变成蓝色并会被修剪，如图 2-2 所示。



图 2-2　右键菜单选项

下面将列出四个原因，解释为何有时“连接/取消连接”按钮不能执行连接的动作功能。

- 其中一个图素上已经有两个连接约束。
- 这个点不是这两个图素真正的切点或交点。
- 在大多数的事例中，是选择了太多或太少的几何图形。
- 有多个图素在被选择的范围之内。

多个图素被选择的最好方法就是将【视图】→【标签】选项开启。若所有的号码都清楚可见，这个位置就只有一个图素；若这些号码看起来很混乱，就是有相重叠的图素，然后

可以试着将所有重叠图素删除。若不小心将最后一个图素删除，可以使用【编辑】→【取消】（Ctrl + Z）功能，恢复最后一个动作步骤。

开放外形：修剪外形的最后一个图素时，需要在要修剪外形之处建立一个点。这个图素必须是黄色的，选取点和图素后单击“连接/取消连接”按钮，这个点就会变成一个黄色小方块。若这个图素上已有一个连接或终止点，图素就会变成蓝色并被修剪。

圆弧：在连接圆时，将会使用圆中最短的一边并将其余边修剪掉。若要用圆中较大的部分，可以在圆修剪完之后再选取这个圆，并使用【修改】菜单中的反向圆弧。

2.2.5　打断连接（分离）

在某些情况下打断一个连接是有必要的。若系统自动建立了一个不想要的连接或有必要在原来的几何图形上作修改时，就需要将连接打断。要打断一个连接时，选取需要打断连接处的连接或终止点，再在“连接/取消连接”按钮上单击，连接就会被打断，连接及终止点将会变为一个普通的黄色圆圈，而原相连的图素将会变为黄色并且延伸至毛坯框的边界（文件控制栏的毛坯定义尺寸）。这些图素可以修改，也可以再连接以形成一个新的外形。

2.2.6　几何下拉菜单

使用鼠标右键单击几何体会弹出右键下拉菜单，这个菜单选项包含了“改变坐标系统”、“把图素由边界变成空气墙”、“鼠标位置”和“连接/取消连接”四个选项，如图 2-3 所示。



图 2-3　右键下拉菜单选项

改变坐标系统：这个选项将把当前选择的几何图形改变到当前的坐标系统。

鼠标位置：当选择鼠标位置时，会弹出一个鼠标位置对话框，鼠标所移动的位置会显示在这个对话框中，这个鼠标的位置信息只能作为一个参考的数据。

把图素由边界变成空气墙：选择这个选项可以将当前的图素变成一个红色的图素，这个图素在加工时刀具会将这个图素当成一个不存在的图素建立一个合适的刀具路径，若在原图素上再选择这个选项，图素的属性会变成原来的属性。

连接/取消连接：这个选项和几何图形控制面板的连接功能是相同的。选择这个选项软件就会自动在两个图素的交点或切点上建立一个连接。不能自动建立连接时，就会在两个图素的交点或切点上建立一个普通的点。一旦一个图素上有两个连接时，就会被视为已完整连接，必须在原来的外形上打断一个连接才能加入另一个连接。

2.3　自由造型图形绘制界面

这个几何创建面板用来建立各种几何图形。这个控制面板里包括了所有的几何图形建立的功能，当单击几何图形建立功能时会弹出子功能控制面板。

所有的几何绘制功能都在这个几何控制面板上，详细的子功能控制面板将通过这里进入。“连接/取消连接”按钮可以定义连接一个几何图形的长度或分开一个几何图形的连接。

用户可以使用几何专家功能快速在桌面上建立一个几何图形，如图 2-4 所示。

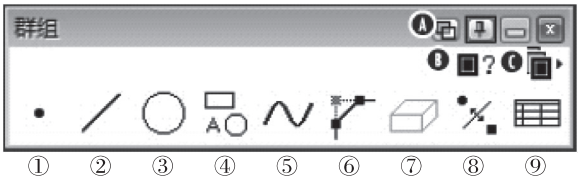


图 2-4　几何创建面板

1—点　2—线　3—圆　4—图样　5—曲线　6—倒角/倒圆角

7—由实体解析　8—连接/取消连接　9—几何图形专家

A—控制对话框　B—工作群组信息　C—工作群组列表

控制面板的快捷操作：所有的 9 个几何建立功能按钮都能通过键盘上的数字键来控制进入子功能面板中，即图中的 1～9。例如，使用按键 1 可以替代用鼠标单击点功能按钮，使用按键 2 可以替代线功能按钮，等等。

2.3.1　子功能控制面板

几何控制面板中包括 7 个子功能控制面板：点、线、圆、图样、曲线、倒角/斜角和由实体解析。

返回：这个按钮能控制从每个子功能面板中返回到几何控制面板中。用户也可以通过键盘上的 Esc 键达到同样的效果。

描述点：一些几何图形建立对话框中有需要输入点的位置数据 P（点位置）或 CP（中心点位置）按钮，允许用户直接在对话框中输入点的位置数据。当这个按钮没有按下时，用户需要从当前已有的几何图形中选择一个几何特征。如果开启激活这个位置，则要求用户输入一个正确的坐标值去定义这个位置。

尺寸标签：这个尺寸标签的更改将取决于机器的类型或/和系统坐标。

单个绘制/多个绘制特征：当建立几何特征时，对话框中一般有两个建立按钮，当使用单个图形建立按钮时，当前要建立的图形会被创建在屏幕上，并且会退出建立对话框，返回到上一级的控制面板中。当使用多个图形按钮时，图形会建立在屏幕上，但不会退出这个对话框，用户还可以使用这个对话框继续建立下一个图形。

智能选择和推断特征：当你开启一个绘制几何图形子功能控制面板时系统会查看任何被选择的几何图形。你需要选择几何特征去定义你的特征。如果用户选择了特征图素那么系统将根据所选择的绘图功能自动进入相应的绘图对话框中，差别在于智能选择以及推断特征。

智能选择：当选择了几何特征以及选择了特征类型的混合方式，只有一种可能的解决方式时，一个智能选择会发生，这是一种快捷的方式。

范例 1：如果用户选择两个点和单击绘线按钮，系统将摄取两点绘线的对话框中。

范例 2：如果同时选择两个点和单击一个圆按钮，系统将自动摄取两点和一个半径绘圆的对话框中。

范例 3：如果选择了三个点和单击了绘圆按钮，那么系统将摄取三点绘圆的对话框中。

推断特征：推断特征是在建立几何图形中没有可选择的一种解决方法。这些特征相切到其他的两个特征。推断特征包括两个特征相切与一个点、一条线相切到一个点和一个圆、一条线相切与两个圆、一个圆相切到两条线、一个圆与两个圆相切、一个圆相切于一条线和一个圆以及另一个圆相切到一个圆和一个点。每个项目全都在绘点、绘线或绘圆的控制面板中有详细描绘。

2.3.2 点子功能面板

这个点子功能面板包含了多种在 2D 和 3D 空间建立点的方法，如图 2-5 所示。

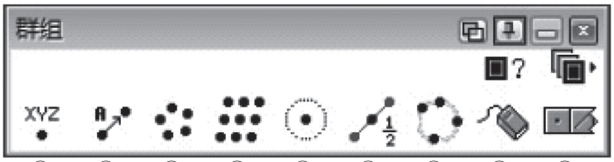


图 2-5 点功能面板

1—坐标值 2—极坐标点 3—圆周点 4—阵列点 5—圆心点
6—中心点 7—圆弧上的点 8—鼠标绘点 9—返回按钮

坐标值：这个选项是在对话框中输入点的坐标位置来建立一个点。在铣床的 MDD 中是 X、Y、Z 值的位置。在车床的 MDD 中是输入 Xd/Xr 和 Z 值的位置。P 值可由用户选择一个现有的点，然后输入一个坐标位置，单击建立按钮就可以把这个点改变到当前输入的坐标位置上，如图 2-6 所示。



a）铣削 b）车削

图 2-6 不同模式下的坐标值

极坐标点：从一个点定义一个角度和距离值去建立另外一个点，如图 2-7 所示。

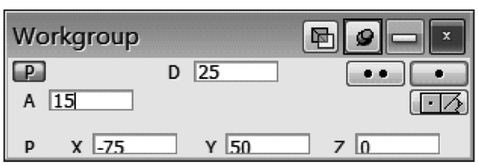


图 2-7 极坐标点

圆周点：这个圆周点将从对话框中指定的数据去建立一个圆周上的一组点。如选择了“完全”选项，将按照整个圆的平均等分去建立这组点；如果没有选择这个选项，系统则要求用户定义两个点之间的角度去建立这组点。图中的两个箭头表示点组的建立顺序排列方向，如图 2-8 所示。

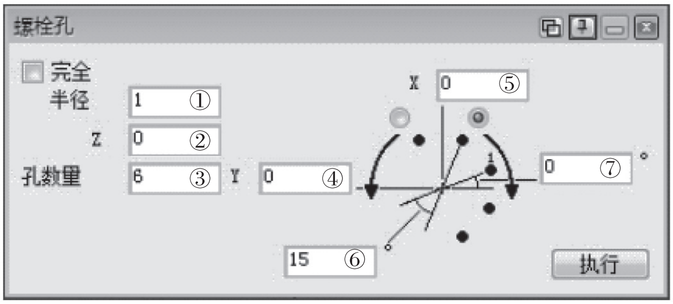


图 2-8　圆周点

1—指定圆的半径　2—Z 的坐标位置　3—点组的数量　4—Y 的坐标位置
5—X 的坐标位置　6—两点间的角度　7—第一个点的起始角度

阵列点：这个选项是通过指定图中的数据去建立一组阵列点。当用户选择最大外形时，点只会在这个外形的最大边缘上建立一组点；如果没有选择最大外形，则会在整个区域里建立一组阵列点，如图 2-9 所示。

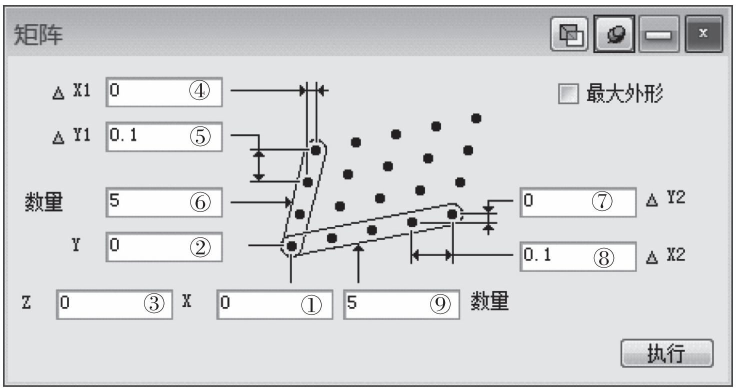


图 2-9　阵列点

1—X 起始点坐标位置　2—Y 起始点坐标位置　3—Z 起始点坐标位置　4—纵向点 X 的距离
5—纵向点 Y 的距离　6—纵向点的数量　7—横向点 X 的距离　8—横向点 Y 的距离　9—横向点的数量

圆心点：这个功能是在一个现有的圆中建立一个圆心点。用户也可以同时选择多个圆建立多个圆心点，如图 2-10 所示。



图 2-10　圆心点

中心点：这个功能是在一个几何图素的中间位置建立一个点，包括线、圆、曲线等图素，如图 2-11 所示。



图 2-11　中心点

圆弧上的点：这个功能是沿着一段圆弧建立一个点，如图 2-12 所示。其中 1、2、4 这三个位置的数值是相关联的，如果其中的一个数值修改过，那么其他的两个位置的值也将跟着变化。

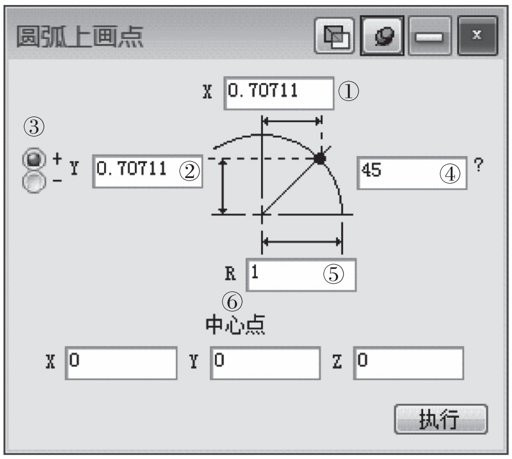


图 2-12　圆弧上的点

1—点在圆弧上 X 的位置　2—点在圆弧上 Y 的位置　3—正负值的切换

4—点在圆上的角度位置　5—圆弧半径　6—圆心点位置

鼠标绘点：这个功能是使用鼠标在屏幕上的任意位置绘点。其中 Z 值的深度可以自定义。当使用“栅格”这个选项时，建立的点会相对于被指定的距离之间取点，如图 2-13 所示。

点相切两个图素：这是判断特征的方式。当两个特征（包括线、圆、曲线等）被选择再单击点按钮，如果相交会出现两个点，需要用户选择一个要保留的点；如果相切系统会自动在两个图素相切的位置建立一个点。

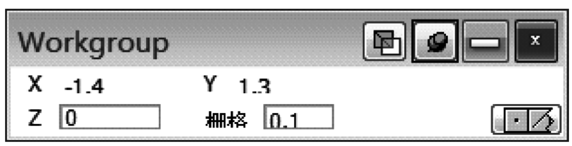


图 2-13　鼠标绘点

2.3.3　线子功能面板

这个线子功能面板提供了多种不同的绘线方法，如图 2-14 所示。

两点画线：这个选项是通过两个点来绘制一条直线。当 P 按钮没有按下时，要选择现有的点来建立直线；当按下这个按钮时，用户可以自定义点的位置坐标值来建立一条直线（以下的 P 位置都可以自定义坐标位置），如图 2-15 所示。

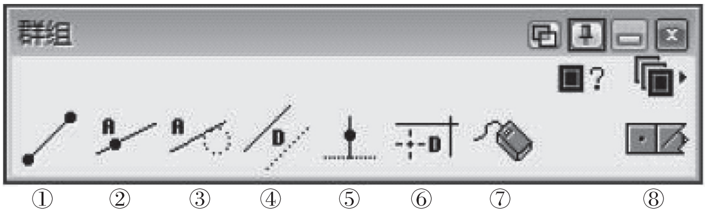


图 2-14　线绘制面板

1—两点画线　2—点和角度　3—角度 & 相切圆　4—平行线　5—垂直线　6—轴线　7—鼠标画线　8—返回

点和角度：这个功能是通过一点和一个角度来建立一条直线，如图 2-16 所示。

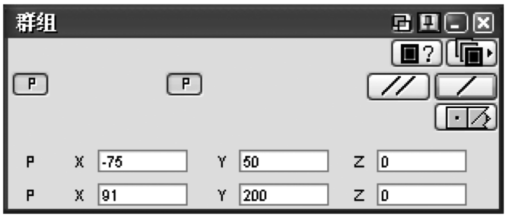


图 2-15　两点线

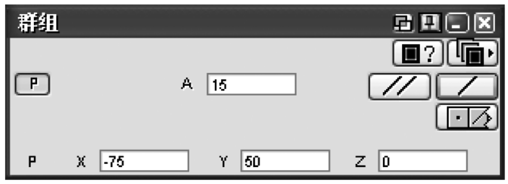


图 2-16　点和角度

角度 & 相切圆：这个功能是通过一个圆和一个角度来作与圆相切的直线，如图 2-17 所示。

平行线：这个选项是通过一条直线和一个到这条直线的距离值来建立一条平行于当前直线的直线，如图 2-18 所示。

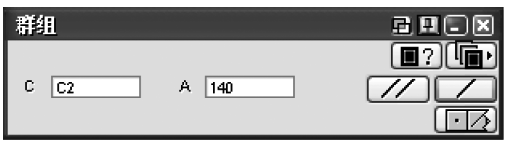


图 2-17　角度 & 相切圆



图 2-18　平行线

垂直线：这个选项是通过一个点位置作现有直线的垂线，如图 2-19 所示。

轴线：这个选项是通过一个与轴线的距离来建立一条与轴线相平行/垂直的直线，如图 2-20 所示。

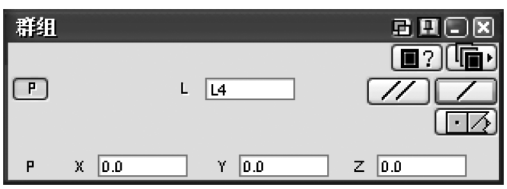


图 2-19　垂直线

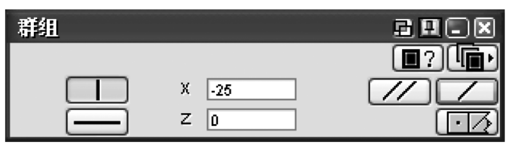


图 2-20　轴线

鼠标画线：这个选项是可以使用鼠标在屏幕上的任意位置来画线。当画完第一条线

时，用户不退出当前对话框，可以一直画任意线段的连续线。如用户选择了“快速”这个选项，所画的线条是蓝黑相间的直线，当在编辑刀具路径时选择了这形状，刀具路径计算时会将这个位置当做一个提刀位置来计算，在这段的路径中会以快速的进给方式从起点位置快速到达终点的位置，如图 2-21 所示。

若在按下线功能按钮之前就选择了两个图素特征，且可以相交和相切这两个点和/或图素来建立线时，线功能控制子面板会被跳过选择，则会被两图素特征建立一直线的方式取代，同样在线功能按钮被选择后，再去直接选择两图素特征，也会直接被两图素特征建立一条直线的方式取代，而不用去选择线的子功能按钮。



图 2-21　鼠标绘线

线相切于两个圆：当用户选择了两个圆时，再去选择画线功能，系统会直接进入画两圆之间的切线功能，这时系统会计算出两个圆的所有相切直线，这时需要用户去选择要保留的相切直线。

2.3.4　圆子功能面板

画圆的子功能控制面板如图 2-22 所示。



①　②　③　④　⑤

图 2-22　圆子功能面板

1—半径 & 圆心点　2——点 & 圆心点　3—半径 & 两点　4—三点（特征）画圆　5—返回

半径 & 圆心点：这个功能是通过一个圆心点和指定一个圆半径来建立一个圆。CP 这个按钮被按下时可以通过自定义圆心点的坐标值来指定圆心的位置，如图 2-23 所示。

圆心点 & 圆周点：这个功能是通过一个圆心点和圆周上的一点来建立一个圆，如图 2-24所示。

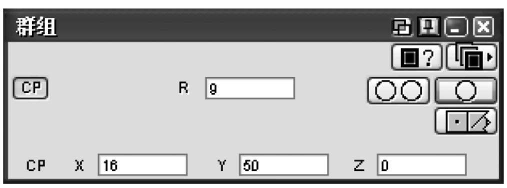


图 2-23　半径和圆

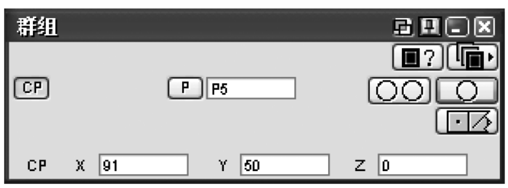


图 2-24　圆心与圆周点

半径 & 两点：这个功能是通过一个圆半径和圆上的两个点来建立一个圆。当选择了两个图素时，系统会自动转换到这两个图素作一个相切于两图素的圆，系统会计算出多个结

果，要求用户选择需要保留的圆，如图 2-25 所示。

三点（图素）：这个方法是通过圆周上的三个点来建立一个圆。当用户选择了三个图素时，系统会通过三个图素建立与之相切的圆，并计算出多个结果，要求用户选择需要保留的圆，如图 2-26 所示。



图 2-25　半径与两点

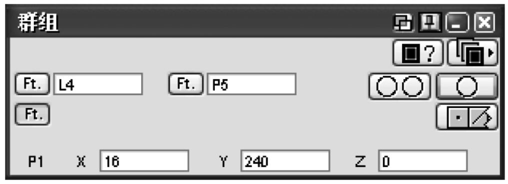


图 2-26　三点

2.3.5　图样子功能面板

图样子功能面板中包括了七个子功能：建立文字、补正、矩形、多边形、椭圆、齿轮、凸轮，如图 2-27 所示。

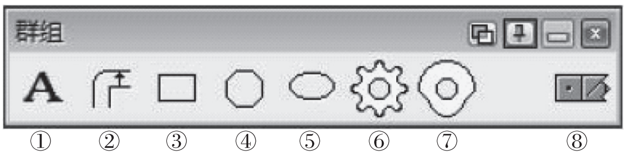


图 2-27　图样功能面板

1—建立文字　2—补正　3—矩形　4—多边形　5—椭圆　6—齿轮　7—凸轮　8—返回

建立文字：这个按钮可以让用户进入建立 TrueType 几何外形文字功能对话框，可以通过这个对话框中选项卡的文字编辑选项：字体类型、字形大小、对齐方式、位置、字的间距、字和线，以及文字的排列形状来建立文字，如图 2-28 所示。

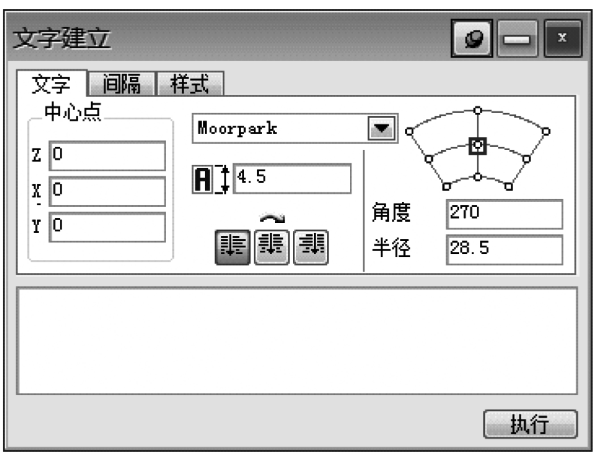


图 2-28　建立文字

【文字】选项卡：这个选项卡中包括了文字的对齐点、对齐方式、文字的尺寸大小、字体类型。

字体列表：这个选项指定建立的文字所有的字体，所有系统已经安装的字体类型都可以在下拉菜单中找到。在【文件】→【预设置】→【文件】选项卡中可以设定字体库的路径。

文字尺寸：这个值指定了建立一个大写字母的高度，其他的所有的文字将会按照比例调整文字的大小。

对齐方式：这些按钮指定了文字应该是靠左对齐、中间对齐或是靠右对齐。若选择靠左对齐，所有的文字就会被调整以让每一行的最左端都在同一个 X 坐标值上（如果选择了半径模式，则会在相同的角度上）。如果选择了中间对齐，就会计算每一行文字的中点并让文字的中点都排列在同一个 X 坐标或同一个角度上。若选择了靠右对齐，所有的文字就会被调整以让每一行的最右端都在同一个 X 坐标值上（如果选择了半径模式，则会在相同的角度上）。对齐方式只有在建立一行以上的文字时才能用上。左或右的端点和中点都是用最长的一行文字来指定的，然后所有的文字就会以其中的一个位置来调整。

对齐位置/中心位置：这 X、Y 和 Z 值是指定将要建立的文字时使用的起始位置点的坐标值。文字形状排列对齐方式有两种：直线排列和圆弧排列，通过文件流选项卡中的外形选项来指定。

直线排列：文字是通过一个矩形区域来定位文字建立的范围，在图形中指定区域中的文字是使用哪个位置作为基准点来定位到在中心点的位置坐标上。例如，若选择了图中所标出的位置，那么文字将会通过在文字区域的矩形框的起始点对齐到中心位置的坐标值上，如图 2-29所示。

圆弧排列：如果选择了圆弧排列方式，建立文字时就会使用一个指定的半径区域来建立所需的文字，在这个选项中的角度值是指定文字对齐基准点的起始角度。下面的例子中指出了圆弧排列的信息和结果对比，如图 2-30 所示。

例题 1：内切圆半径与起始角度。

图 2-31 中不但显示了文字，而且显示了标明弧形文字区域和文字起始位置的圆和线，在图示中选择的位置将让文字沿着圆圈之外建立，起始于定义角度的线段（所画的圆和线是为了更清楚地查看文字建立的结果）。

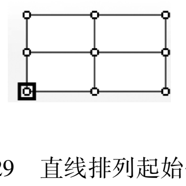


图 2-29　直线排列起始位置

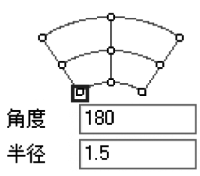


图 2-30　圆弧排列起始位置

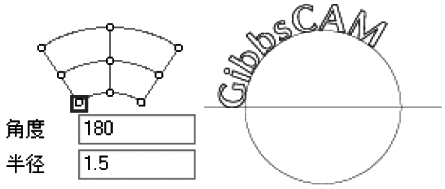


图 2-31　半径与起始角度定义文字

例题 2：中心半径与中心点位置角度。

在这个图中选择的位置将会让文字中心沿着圆建立，且此行文字的中点将定位在指定的角度位置上，如图 2-32 所示。

例题 3：外切圆半径/终止点角度。

这个图中选择的位置将会让建立的文字沿着圆的内部相切，并且文字的结束位置会在指定的角度上，如图 2-33 所示。

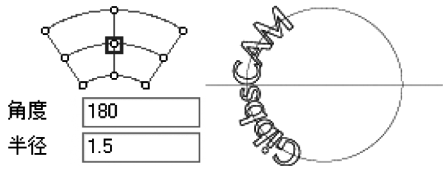


图 2-32　半径与中心点定义文字

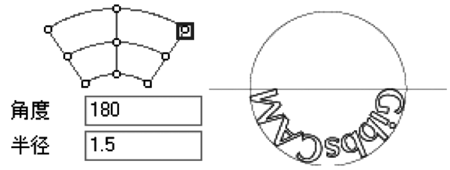


图 2-33　半径与终止点角度定义文字

间隔：在这个窗口中输入的数据可以让用户指定建立文字的额外的字符间隔、字的间隔和行距。在系统建立文字时会自动产生一个距离值，如果自定义了这些数值，则这些值会被增加到原有的间距中，如图 2-34 所示。

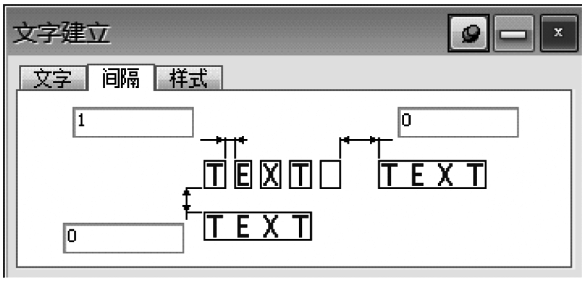


图 2-34　文字间隔

样式：这个窗口的选项是指定文字的建立方向、排列外形和行的方向，如图 2-35 所示。



图 2-35　文字样式

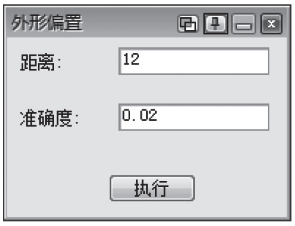
文字建立方向：这个功能可以让文字以水平或者垂直的方式建立。前两个按钮建立文字的方向是沿着一条水平线，可以从左到右（第一个按钮）或是从右到左（第二个按钮）；后两个按钮建立的文字方向是沿着一条垂直线，可以从下到上（第三个按钮）或是从上到下（第四个按钮）。

外形：这个功能指定了文字是根据一条直线或是圆弧来建立（在选择了直线外形时，这些按钮的图标会改变但功能不会变）。第一个按钮会根据用户定义的圆以顺时针的方式建立文字。第二个按钮是按照一条直线来建立文字。第三个按钮则是按照圆弧的逆时针方向建立文字。选择的外形将会影响文字选项窗口的示意图。

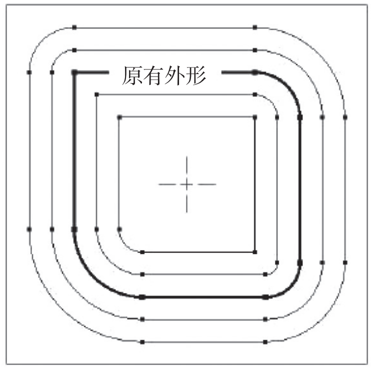
行排列：这个功能只有在建立多行文字时才有用（在建立直线方式的文字时，这些按钮的外观会改变但功能会保持不变）。第一个按钮是指定垂直文字行的方向从下到上，直线

方式文字则是从左到右。第二个按钮是指定垂直文字行的方向从上到下，直线方式文字则是从右到左。

偏置：这个外形补正对话框允许用户指定一个补正距离去偏置现有的一个外形。当按下进行按钮时会出现两个补正结果。这个准确度只会影响到样条曲线，如图 2-36 所示。



a）偏置尺寸



b）最后结果

图 2-36　偏置

矩形：这个矩形对话框中详细指定了矩形的边长和矩形中心的位置。在这个对话框的底部还有一个选项可以让用户定义一个圆角半径，在建立的矩形上产生一个圆角，如图2-37所示。

多边形：这个功能是建立一个多个边的外形。在这个对话框中可以详细指定具体的边数、中心位置和距离。距离指定包括两个选项：第一个是多边形的中心到每条边的垂直距离，第二个是多边形的中心到每个边角的距离，如图 2-38 所示。

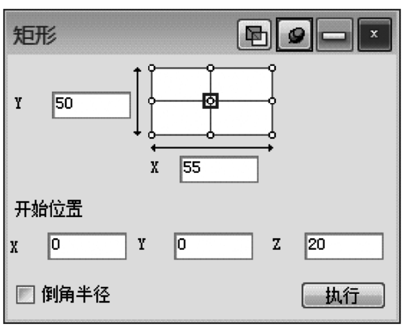


图 2-37　绘制矩形

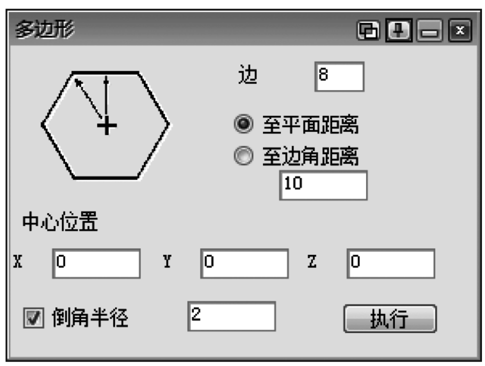


图 2-38　多边形

椭圆：这个功能是通过指定一个 X 轴方向的半径和指定一个 Y 轴方向的半径，然后再定义椭圆的中心位置来建立一个椭圆，如图 2-39 所示。

齿轮：这个功能是通过在对话框中的参数定义来建立一个齿轮，也可以先建立一个齿形，然后通过【修改】→【复制及】→【2D 旋转】功能来建立其余的齿形，如图 2-40 所示。

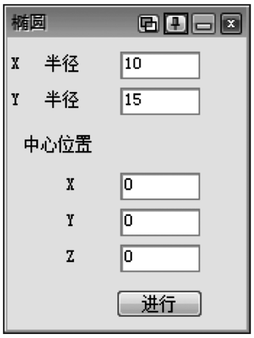


图 2-39　椭圆



图 2-40　齿轮

压力角：这个选项是定义齿轮的压力角，这个选项中有标准的压力角定义，用户也可以通过其他选项自己直接输入一个压力角。

齿冠：这个是指定齿顶高的距离。

齿根：这个是指定齿根高的距离。

上倒角：这个是指定齿轮上端的圆角半径。

齿根圆角：这个是指定齿形底部的圆角半径。

计算：这个选项可以通过压力角、分度圆直径、节距、齿距和全部齿形来计算齿顶高、齿根高和圆角的值。

定位：具体指定建立的齿轮是内齿还是外齿。

全数齿形：这个选项是指一个完整的齿轮里有多少个齿数，系统会通过齿距和分度圆直径的值自动计算出齿形的个数，如图 2-41 所示。

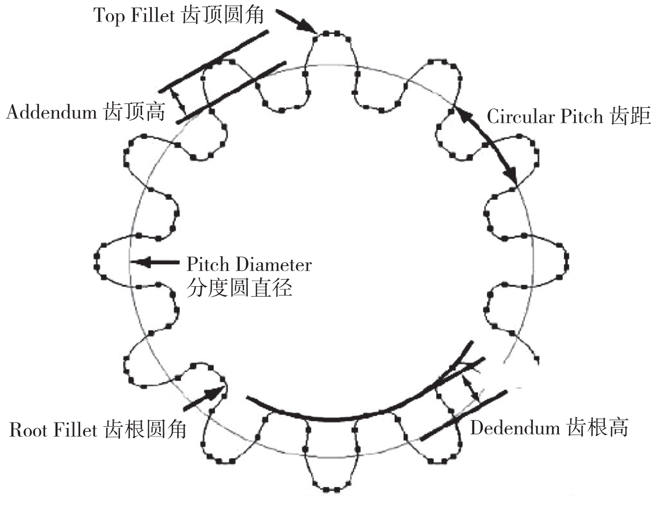


图 2-41　齿轮参数

间隙宽度：这个值是圆的厚度。它指的是齿轮的轮齿之间的间隙。基础值是根据定义齿轮的详细参数自动计算的，不过用户可以通过 Desired（需求）这个选项自定义一个值。这个值可能是基本数值或者斜率为零的值。

渐开线：这个是齿轮的一个轮齿的一侧轮廓外形。系统将转换数据到 3 阶曲线，因为 CNC 不能直接对渐开线进行插补。

采样点：这个选项是指定渐开线的曲线上点的控制数目。

公差：这个是指定点和渐开线之间的最大距离公差。系统的默认值非常接近渐开线，如果有需要可以自定义更小的值和公差，但这个应该考虑到机器参数的加工公差。

齿轮类型：选择建立齿轮的类型（包括齿轮和样条线两种）。

凸轮：建立凸轮的对话框，如图 2-42 所示。

运动类型：选择了这些选项就决定了凸轮的形状，包括四种形状：等速度、和谐、摆线和修改正弦函数。

公差：这个值是定义凸轮上的点和聚合线的最大距离公差值。一个小的公差值能得到一个更准确的凸轮。

起始半径：凸轮外形的最小圆，这个圆通常也称为基圆。

终止半径：凸轮外形的最大圆。

起始角度：凸轮运动的起始角度。

终止角度：凸轮运动的终止角度。



图 2-42　凸轮参数

顺时针 & 逆时针：这个选项是指定凸轮的起始角度到终止角度的运动方向。

2.3.6　曲线子功能面板

这个选项是通过一组点去建立一条曲线，这个曲线功能中提供了三种不同的方法来建立曲线。建立曲线之前可以通过【修改】→【排序】功能将这组点的顺序重新排列，如图 2-43 所示。

样条线混合模式只能在样条线近似选项中才可以使用。

聚合线：这种建立方式是曲线将通过所有选择的点，两点之间以直线连接。当用户开启封闭外形时，那么起始点和终止点之间会形成一个封闭的外形。如果有指定公差，那么两点间将会产生一条近似的直线，而不是两点间以一条直线连接。

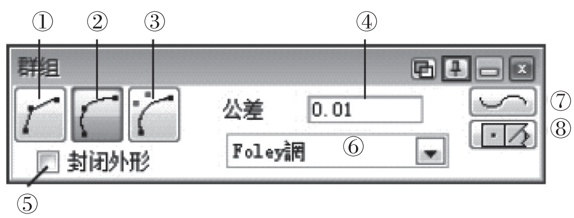


图 2-43　曲线功能面板

1—聚合线　2—样条线近似　3—样条线控制点　4—公差设定
5—封闭外形　6—样条线混合模式　7—执行按钮　8—返回

样条线近似：这种方式是通过一组点来建立一条 B-Spline 的近似曲线，这条曲线将通过所有的点。如果用户的这组点内包含了很多的点，那么公差值建议设为比 0 大的值，这样产生的曲线会比较好。当公差为 0 时系统会通过每一个点来建立曲线。当公差大于 0 时，系统

就会以不同的方法来建立曲线，而在指定公差内的所有点将会被跳过，就算是没有任何点在公差范围内，系统也会产生一条与公差值为0时完全不同的曲线。以0公差值产生的曲线比非0公差值产生的曲线要平滑。

样条线控制点：这种方式是通过一组点来建立一条B-Spline曲线，但这种方式曲线只会通过起始点和终止点，其他的点只是近似的点，是用来控制曲线的形状和方向的。当选择这个选项时公差和封闭选项将不能使用。

封闭外形：选择这个选项将产生一个封闭的外形。

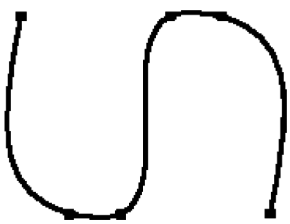
样条线混合模式：这个选项是指定曲线通过这组点的方式。通过这组点可以绘制出多种曲线，以点计算曲线的方法由混合下拉菜单中指定。系统提供了四种混合方式的选项，分别为：ChordLength（弦长法）、Uniform（等长一致法）、Foley法和Centripetal（向心法）。有一个方式可以解释这些混合方法的不同之处，就是以一个假想点沿着建立的曲线移动，这些方法的不同处可由此假想点在定义曲线的点之间沿着曲线移动所花的时间来判断。弦长法和等长一致法这两种方法是常用的曲线计算方法。而Foley法和向心法则是弦长法和等长一致法的延伸，以期能建立出更近似于所求的曲线。以下将对各个混合方法作介绍，如图2-44所示。

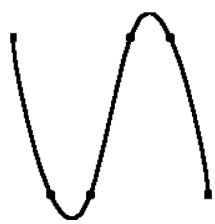
Chord Length（弦长法）：这个方法是建立一条点之间弦长与点间距离成比例的曲线，也就是说，两点间的距离越远，假想点沿着曲线移动的时间就越长，便会建立较宽的曲线。而两点离得越近曲线就会变得平坦，因为假想点在点间所花的移动时间较短，如图2-45所示。

Uniform（等长一致法）：这个方法会尝试在等距的点间建立等长的曲线，如图2-46所示。



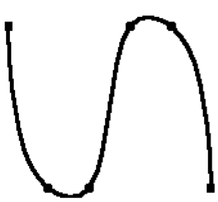
图2-44　样条线方法

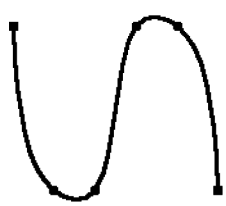

图2-45　弦长法


图2-46　等长一致法

Foley法：这个方法将考虑相连接点之间的角度。角度越大，在这些点间花的时间也就越多，所以建立起来的曲线就比用等长一致法建立的曲线较为平缓，如图2-47所示。

Centripetal（向心法）：这个方法是Chord Length的延伸。它用Chord Length中计算的平方根来混合所选点间的曲线。这个方法建立的曲线较为稀疏，如图2-48所示。


图2-47　Foley法


图2-48　向心法

2.3.7 倒圆 & 倒斜角子功能控制面板

这个选项只能用于相连接的点上，在没有选择连接点之前这个按钮是灰色的，没有激活，然而在选择了连接点时，这个按钮就可以选择使用，但用户选择的不是连接点，就不能建立任何倒角动作。这个子功能面板中包括四个选项：倒圆角、倒斜角－边、倒斜角－深度和倒斜角－长度，如图2-49所示。



图2-49 倒圆 & 倒斜角子功能控制面板
1—倒圆角 2—倒斜角-边
3—倒斜角-深度 4—倒斜角-长度

倒圆角：选择连接点输入倒圆角半径创建一个圆角。

倒斜角-边：选择连接点，输入一个斜角边长距离值创建一个斜角。

倒斜角-深度：通过一个指定倒角深度来建立一个斜角。

倒斜角-长度：这是通过倒角的长度来建立一个斜角。

如果需要倒角的连接点的倒角参数是相同的，可以全部选定一次性将所有倒角完成。

2.3.8 连接/取消连接

“连接/取消连接”按钮是用来连接几何图形或分开已经连接好的几何图形。要将一个普通的点变成连接点，必须在单击这个按钮前选择两个图素，如果两个几何图形可连接起来，这两个图形必须相切或相交。若是要将一个已连接的图形分开/打断，只要在单击这个按钮前选择所要分离的点就可以了。

单击“连接/取消连接”按钮将会有以下的情况：

- 连接或分开不连接相切或相交的几何图形。系统将会尽量使用当前现有的点去创建一个新的相切或相交的连接特征。
- 终止结束或取消终止结束一个开放的外形。

一个点可能有三种情况：

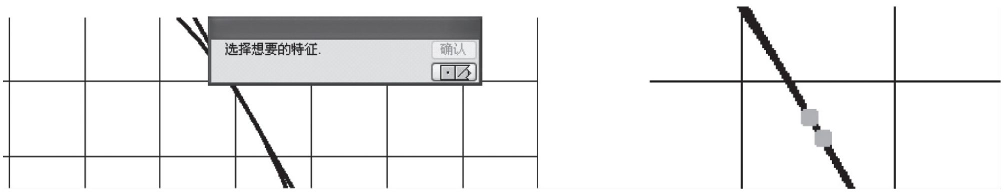
- 不连接（是一个黄色圆形的点）。
- 被使用在几何图形之间的连接特征（是一个蓝色正方形的点）。
- 被使用在一个连接几何图形的终止位置（是一个黄色正方形的点）。

多重连接：当连接几何图形时，可能会产生多个连接结果。如一条直线和一个圆相交相连接时，会出现两个结果，这时会弹出点选择对话框，去选择所需要的连接点，也可以选择一个或多个相交的点。如果一个连接是有效的，那么系统将产生一个有效的连接结果。在选择相交的点后，单击“确认”按钮建立连接，按Esc键将取消连接动作，如图2-50所示。



图2-50 多重连接

重叠连接：如果建立一个连接时，出现了点选择对话框，但选择不到一个需要的点，可能是因为这两个点距离太近，这时可以将图形放大看清楚两点。这种情况一般发生在一个相切圆连接时。下面图片说明了两个图形特征在相切连接时的情况，这个图形实际上有两个切点，由于距离太近以至于变得看不清楚，如图 2-51 所示。



a）不能分辨出的连接点例子　　b）将图形放大后看见的结果

图 2-51　重叠连接

有时连接点不能显现，可能图形不在同一深度，这种情况下用户改变视角的方向即可看清楚两个点，如图 2-52 所示。

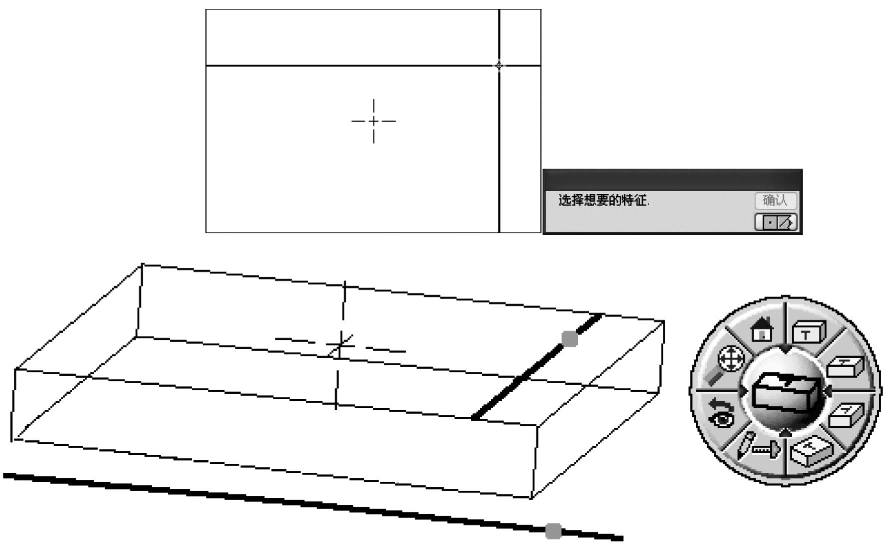


图 2-52　在旋转视角之后点即可看清楚

2.3.9　实体解析子面板

实体解析子功能面板包括了四种功能。

图形解析：这个功能是从实体或曲面的边界提取一个几何图形特征。可以选择单个面或边界。如果要从实体或面上抽取几何图形，那么一定要开启选边/选面方式。如果被选择的是一个封闭或连接的轮廓线，抽取出来的外形会自动建立连接。选择了边界或面之后单击“执行”按钮将从图形中抽取出几何图形，如图 2-53 所示。

通常，这个功能将抽取选择的边界作为 Splines 曲线或曲线。然而，如果发生 Spline 曲

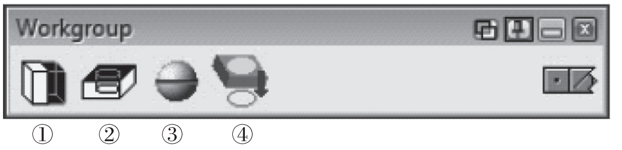


图 2-53　轮廓线操作

1—实体边界图形解析　2—圆孔解析　3—分模线　4—轮廓线

线边界能转换成线或圆可以在指定的公差范围内，抽取的几何图形产生线或圆。几何图形抽取对话框允许用户指定一个公差值，将用来确定被选择的边界在一个指定的公差范围内抽取曲线转换成线和圆。一个大的公差值将把更多的 Splines 曲线转换成线和圆。当一个合适的公差被定义时，将保持工件模型的实体性质。当公差设定为 0 时，抽取的几何图形将明确指定这是条线或一个圆。

圆孔解析：这个功能是用来从一个实体或曲面的孔上抽取一个圆。这个功能在钻孔时很有用处。创建一个钻孔操作，必须选择点或圆特征。这个功能允许用户在一个模型现有的孔上抽取一个圆作为钻孔操作的对象特征。

在什么情况下使用这个功能，当任一实体或曲面被选择时和系统将扫描被选择的特征自动寻找特征上的所有孔。一个圆孔的侧壁必须与当前 CS 坐标系相垂直。另外，一个边缘孔上的圆环必须是一个圆或 Spline 曲线，一定不能是 Polyline（线的截面近似与圆）连续线。当圆孔解析被执行时，产生的几何图形将全部是圆。任何边缘孔是 Splines 曲线时，可以指定一个公差范围来将抽取处理的图形转换成圆。不在指定公差范围内的图素将不会产生圆。被选择的图形将在特征孔的底部产生圆，这样可以让钻孔操作更容易地指定最深的位置。

分模线：这个功能是从一个实体或曲面上创建一条分模线。分模线在面的曲面法线与当前的坐标系统平行但不是在边缘上的地方产生。在面上的唯一的点上正常转变和通过平行于这个 CS 坐标系。这个功能在很多形状中不能使用，比如立方体。一个立方体的曲面法线有无限个点与 CS 坐标系平行。如果要在立方体上得到分界线可以使用其他的方法，如图 2-54 所示。

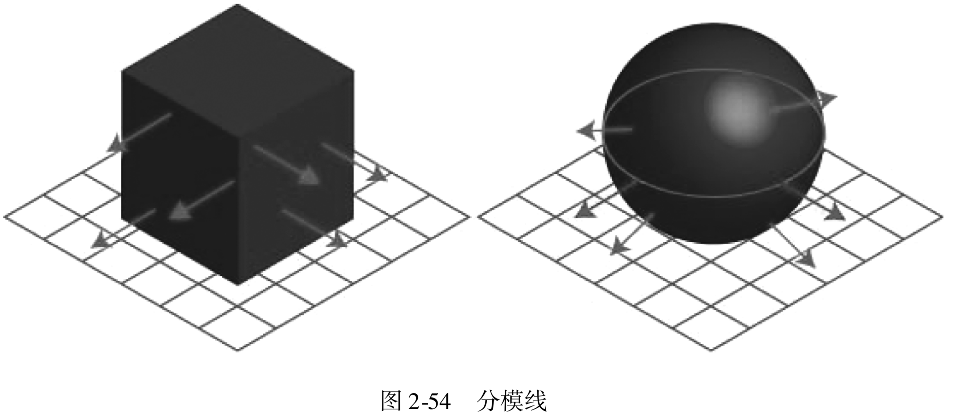


图 2-54　分模线

显示立方体上正常平行曲面法线，和一个球体上的唯一的一个与 CS 坐标系平行的法线（红色箭头）像之前所说的那样，这个功能能用来帮助用户建立一条分模线来把曲面或实体从分模线位置上分开。通常模型分开成两部分，两个型腔和型心。这分开的两部分必须沿着分模线相配合和完全封闭的曲面来产生需要的模型。由于简单的模型，这条分模线往往是简单的平面通过这个部件的中间。不过，一条平的分模线将不会在更复杂的情况下使用。

在使用这个功能之前，你的模型应该完全适用于这个功能，包括任何增加的绘制的角度。使用这个功能，分模线将创建在选择的所有曲面和实体上。分模线功能使用在当前的坐标系的深度轴上，这个模型将在这个轴的方向被分开。分模线是一条曲线，曲面法线矢量与坐标系（或绘制的轴垂直）相平行在每个点。这个分模线功能建立的几何图形将用来建立分模线曲面。

利用分模线画一个分模曲面的最好的方法是使用一条直线通过分模线作一个扫描曲面出来。分模曲面建立后，可以利用这个曲面来分割这个部件，如图 2-55 所示。

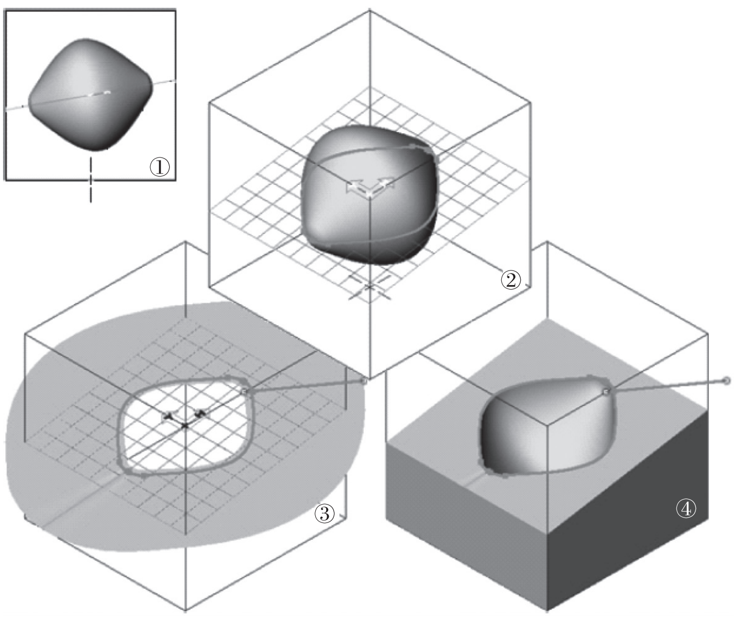


图 2-55　绘制分模面

1—原点方式　2—创建几何分模线

3—一个使用几何分模线作为引导线的扫描曲面　4—使用扫描面来建立一个模型

轮廓线：这个功能是通过选择单个或多个实体或曲面来建立一个几何轮廓线。这个几何轮廓线是建立在当前坐标系的 0 深度上。这个功能对得到一个实体或曲面的轮廓外形线非常有用，如图 2-56 所示。

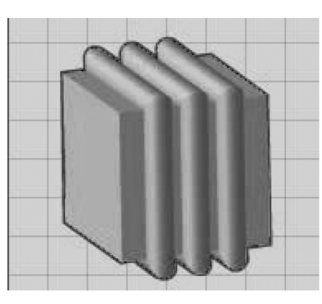


图 2-56　轮廓线

2.3.10　几何专家

几何专家对话框可以让用户通过这个表格定义几何特征的形状与尺寸，如图 2-57 所示。



图 2-57　几何专家

2.4　几何专家界面

2.4.1　概要

几何专家是一种几何外形建构的方法，可以很容易地快速建立简单和复杂的几何外形，同时这个方法也非常易学易用。使用几何专家建立外形与轮廓外形相似，指定位置、方向和距离来建立一个形状。因为形状被建立，几何建立的外形会自动连接并以合适的外形建立几何图形。

几何专家是一个非常好的几何创建工具。特征尺寸可以被调整来改变几何图形。几何专家处理会对被改变所影响的其他特征重新计算和调整。几何专家的表格每一行都是建立一个几何外形，在表格中外形和尺寸的定义顺序与外形建立的顺序相同。

2.4.2　如何使用几何专家

几何专家的图形建立对话框像一个电子表格，每个几何特征的外形类型和参数定义输入在每一行中，每一行的一个完整信息的建立将产生一个几何外形特征，如图 2-58 所示。



图 2-58　专家栏介绍

1—特征行　2—表格项　3—下拉滚动条

排列颜色：当前的编辑行的外形轮廓颜色是暗黄或深蓝色。暗黄表示这一特征已经完整定义了特征参数，深蓝表示这一特征还没有足够的特征信息，在表格底部会提示用户当前的几何特征行还需要定义哪方面的参数数据。

在电子表格中当前编辑的行是黄色边框，当前输入的方格是以白色显示，可以输入特征参数信息的方格以灰白色显示，暗灰色表示这个方格不可编辑。

2.4.3 使用几何专家建立外形

当使用几何专家建立工件外形时，必须首先定义工件外形的起始特征和经过的方向——顺时针或逆时针。工件外形的路径将沿着特征定义的顺序显示出来。这个过程将直到轮廓最后外形的终点和起始外形的起点相交。如果形状是一个封闭的轮廓外形，最后的特征列将是一个封闭特征类型。

创建特征：当一行已经定义了一个完整的特征参数数据时，按回车键，将会进入下一行的编辑。下一行将强调特征类型可能改变或角度/半径在最后一行基础更改。

特征类型：在这个表格中包括几个特征类型，如线、圆、倒圆角、倒斜角和封闭类型。每种特征用表格项的第一个按钮来选择特征类型。如圆弧的特征类型包括了圆弧的方向顺时针或逆时针，线的角度值决定了线的方向。例如，一水平线的角度值可以定义为0°或180°，会创建出相同的线，但线的方向是相反的。

倒圆角、倒斜角和切圆将绘制出特征外形的周围的完整定义。这些特征称为“不稳定特征”。当特征外形建立时在Ref栏里会有L1（line 1）或C4（circle 4）等类似的标签，这是实际建立的几何图形的名称标签，用户可以通过【视图】→【标签】（Ctrl + L）来查看几何图形的标签。

有时候，不需要被定义参数信息的特征，行列几何特征将是黄色的。这是因为在下一行的列表中可能会增加特征外形的参数信息。例如，一个圆定义了一个起始点使用之前的特征的终止点与这个特征相切。

2.4.4 几何专家表格

几何专家允许用户通过在一行空白电子表格输入的特征参数来定义一个相连接的几何外形，如图2-59所示。

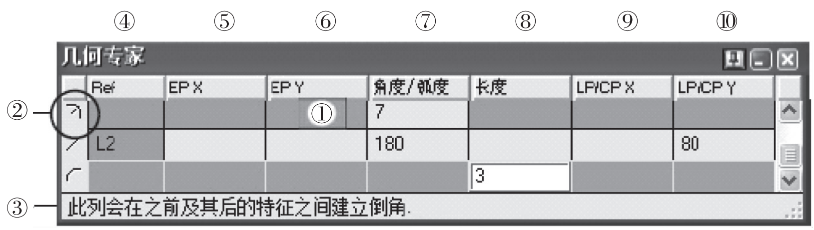


图2-59 专家栏功能

1—当前列/表格项 2—特征类型 3—提示栏 4—标签列#

5—水平终止位置点 6—垂直终止位置点 7—线角度/圆半径 8—倒斜角边或线长度

9—水平线点位置或圆心点位置 10—垂直线点位置或圆心点位置

特征类型：特征类型提供了六种选项，即线、倒斜角、倒圆角、顺时针圆弧、逆时针圆弧和封闭外形。每一行都必须定义一种特征类型。在特征类型的按钮上单击鼠标左键弹出类型选项，然后单击你所需要的特征类型，这时特征类型会在这一行的第一方格中显示这个特征类型的图标。有时候，这个选项中的一些特征类型会根据之前上一个的特征，会使这些特征类型变成无效的选项。此外，系统会根据用户选择的特征类型，一些小方格会变成无效的

选项，这表示这个方格中的尺寸类型是不需要定义的。特征类型也能使用 Alt + 对应的编号来选择。

Ref（参考标签）：这是特征参考的标签。字母表示特征的类型（L 表示线，C 表示圆/弧），数值表示特征被建立的顺序编号。这些参考编号可能会在几何建立的过程中改变，但是不会影响形状与参数。

EP（H）：这是特征外形在水平终止点的位置。当特征被定义了这个选项时，系统将在指定终止点位置修剪这个特征。如果下一个特征需要定义起始点，说明终止位置点被正确指定。

EP（V）：这是特征外形在垂直终止点的位置。

例：图 2-60 所示的列中将使用在 Xr1.651 这个终止点位置创建 140°的线条。这个终止点位置将作为下一个特征建立的起始点。



图 2-60　绘制线条

角度/圆弧：在这个方格中输入的数值要取决于当前选择的特征类型。如果是选择一条直线，那么这个值就是指定这条直线的角度。这个角度的默认值会考虑这条线是一条垂直线（90°/270°）或一条水平线（0°/180°）。用户可以输入新的角度数值替代默认值。如果特征类型为圆弧或圆角，则所填的值为圆弧或圆角半径。

例：图 2-61 所示的行中将在之前的特征与下一个特征之间创建一个半径为 0.28mm 的圆角。

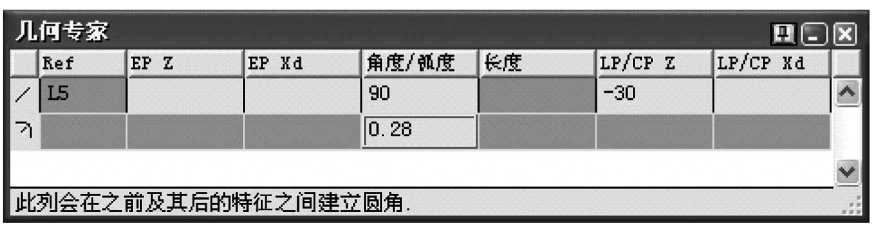


图 2-61　绘制圆角

长度：这个值是线条的长度或倒斜角的高度值。

LP/CP（H）：这是水平线的位置点或圆心点。一个线上的位置是任一与线相切的点。

LP/CP（V）：这是垂直线的位置或圆心点。

例：图 2-62 所示的行中将在 X100 的位置上创建一条角度为 90°的线条。当定义任一水平（0°/180°）或垂直（90°/270°）的线时，只需要输入一个 LP 坐标位置。

例：图 2-63 所示的行中将在中心为 X50、Y75 的位置上建立一个半径为 R50 的圆。

提示栏：提示栏中的信息包含了当前行中的定义情况，也指出了行中这个特征的多余信

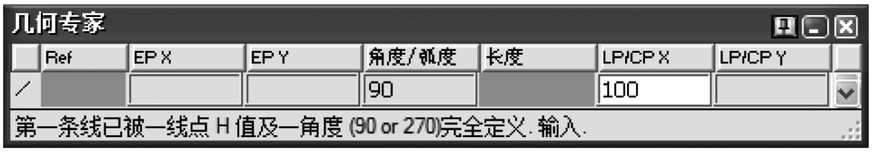


图 2-62　绘制直线



图 2-63　绘制直线

息。几何专家有自动删除功能。

封闭：当几何专家被封闭时，所有的信息被清除，将会建立一个封闭的几何图形。

2.4.5　附加信息

默认：几何专家有系统默认的特征类型和线的角度。标准的特征默认是线。当几何专家默认为线时，就会自动输入角度值，如 90°/270°或 0°/180°。这个角度将取决于线条最后的参数输入。有时一条直线不是一个合适的特征选项，在这种情况下系统会默认特征为一个圆弧。这种情况只发生在之前的特征是一条没有约束的线。几何专家这条线的尺寸对应之前和之后的特征详细定义。没有约束的特征不会绘制在屏幕上，直到系统指定包含了所必需的参数信息。

点选择：尽管几何专家包含了所有的技术信息，但是它还是不能在一个连接的位置判断出正确交点。当有两个或更多有效的交点时，系统将会弹出点选择对话框让用户去选择正确的交点。用户选择了正确的交点后，几何专家将建立几何连接外形，并继续下一行的特征定义。

半约束点（终止点）：有时候，一个特征只有一个位置（任一水平或垂直）被要求定义，这种情况被称为半约束位置。当几何专家能从半约束位置计算出另一表格中的信息时，那么半约束位置是有效的。

当半约束位置有效时，那这一行将会以黄色高亮显示，允许用户在这一行中输入参数信息。如果半约束位置无效，那么这一行将会以黑色显示，提示这一行需要添加哪些参数信息才能使这个位置变得有效。如果一行输入不完整的参数，将弹出错误提示。

Half Line Point（射线点）：一个射线点是有效的，只能建立任一水平线（角度值 =0°或 180°）或垂直线（角度值 =90°或 270°）。如果建立一条水平线，在 Y 方位上必须给定一个有效的射线点；如果建立一条垂直线，则在 X 方位上必须给定一个有效的射线点。

Half End Point（半终点）：如果这条线没有被其他的特征完全定义，那么只有半终点是有效的。给定一条水平或垂直线的半终点与其他线条参数信息相同，系统能计算出另一半的终点。如果半终点是在 0°/180°或 90°/270°情况下的线条，这个半终点功能适用于一射线点，尽管这条连接线会被建立，但这个半终点将不会绘制出来。

Half Center Point（半中心点）：当一个圆有一个半径值并且与之前的特征图形相切时，这个半中心点是有效的（之前一定要有一个特征图形）。给定一个半径值以及一个水平位置和垂直位置的相交处作为一个中心点，系统能计算出另一半相切的中心点。

插入和删除行：选择【编辑】→【插入列】命令（Alt + I）在几何专家中插入一个空白的特征行。如果可能的话，当新的一个行中被定义了正确的参数信息，那么系统将会重新计算当前已经建立好的特征外形，并变更成当前修改过的特征图形。

选择【编辑】→【删除列】命令（Alt + K）可以删除已经在几何专家中建立好的特征行，系统同时会重新计算这个几何专家列表中定义的几何图形。

圆弧与倒圆角：圆弧和倒圆角都是通过一个半径值来定义一个圆，但两者并不相同。一个倒圆角外形是通过一个圆弧半径和两个特征之间的交点来产生一个倒圆角，这个圆角建立在与两个特征相切的位置时，同时相切于这两个特征外形。因此这个倒圆角完全取决于这两个特征。这表明系统能使用倒圆角功能来计算在随后的特征行中的参数定义。所以倒角功能是不能用来单独建立一个特征的。

一个圆弧也可以建立两个特征之间的连接，这两个特征可以相交也可以不相交。当一个圆弧特征被定义好并进入下一个特征的定义时，这个圆弧可以作为一个几何图形被建立在工作区域中。

在处理半约束的线（参数信息有限的线）时，指定详细的相切位置是非常有用的。几何专家假设这半约束的线会与之前的特征相切。在多数情况下，这已经完全可以满足用户的需求，但有时一条半约束的线要与之前的圆相交并且与之前的圆相切，这时需要终止与之前的特征相切。

就以之前的特征相切而论，如果在一个圆与半约束线之间定义一个半径值，那么这个圆弧（相当于倒圆角）必须用来考虑相切计算的结果。这条线将被产生相切于两条圆弧（倒圆和下一个圆弧），倒圆不能使用在这个例子中，因为倒圆被系统忽略直到相交完成，正确的相交离开圆弧不能产生。如果没有倒圆，一个半径为 0 的圆弧将产生。它将允许系统绘制与前面的圆相切的线，在与前一特征相交处绘制一个尖点，如图 2-64 所示。

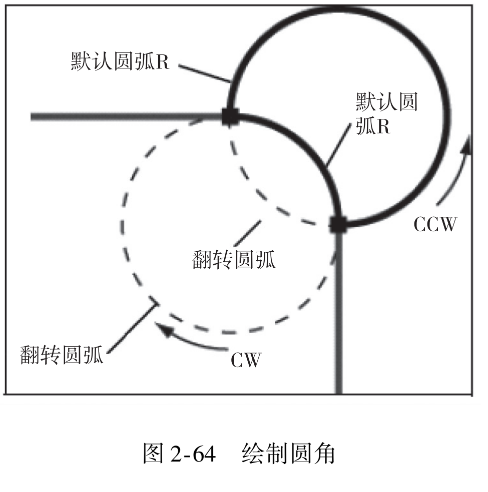


图 2-64　绘制圆角

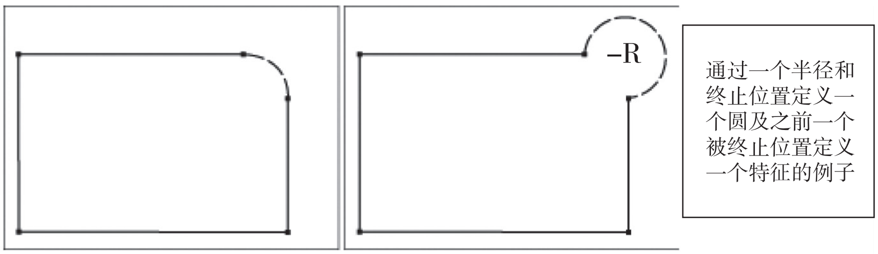
2.4.6　圆弧建立

几何专家提供了让用户自己选择一个有多个结果的圆角特征功能，但这个功能不完全等同于反向圆弧（Ctrl + T）来改变圆弧方向的功能。– R 提供了一个相反位置的相切圆弧，通常一个较小的半径会被用来建立一个几何图形，– R 默认提供一个无效的选择。这些特征可能在其他的 CAD 软件中已经建立了，图 2-65 左图说明了 Reverse Arc（反向圆弧）和 – R 之间的区别。

通过几何专家：当使用几何专家 – R 功能时，这是两个改变圆弧方向方式的其中一种。

第一，这个圆弧定义与之前特征（一条线或圆）相切以及一个详细的终止位置；第二，一个半径和一个终止位置可以确定一个圆弧，并且这个特征必须在圆弧之前先确定这个终止位置。之前的特征可能是一条线或一个圆弧。这个 – R 功能必须在这个圆弧前面加上一个“ – ”（负号）。

通过自由造型：其他标准的 CAD 软件绘制好的几何图形也可以通过几何专家来修改圆角，对于当前的来说，之前的圆弧一定要是一个与之前的特征（线或圆弧）相切的圆弧，以及一个指定的终止位置。对于使用 – R 功能，在圆弧的半径的前面加入负号，这个几何外形被加入几何专家当中，如图 2-65 所示。



几何专家

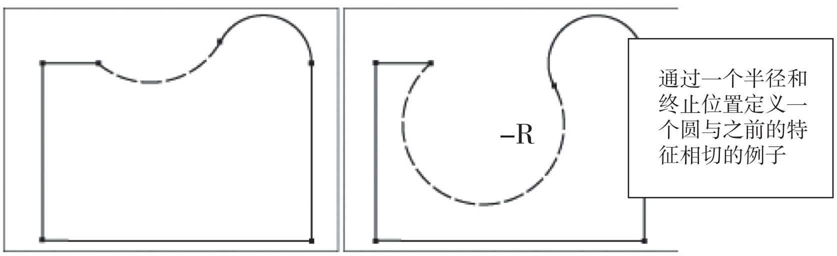
	Ref	EP X	EP Y	角度/弧度	长度	LP/CP X	LP/CP Y
⁄	L1	75	50			75	-50
↶	C2	50	75	25			
⁄	L2			180			
⁄	L3			270		-75	
⁄	L4			0			-25
+							

此圆将由最后一列的终点开始并在此终点结束. 中心点将被计算. 输入

Geometry Expert

	Ref	EP X	EP Y	Angle/Rad	Length	LP/CP X	LP/CP Y
⁄	L1	3	2			3	-2
↶	C1	2	3	-1			
⁄	L2			180			
⁄	L3			90		-3	
⁄	L4			180			-1
+							

Circle starts at last row's EP and ends at this EP. CP w/be calculated. Enter



几何专家

	Ref	EP X	EP Y	角度/弧度	长度	LP/CP X	LP/CP Y
↶	C1			25		50	50
↷	C3	-50	50	50			
⁄	L1			180			
⁄	L2			270		-75	
⁄	L3			0			-50
⁄	L4			90		75	
+							

圆有一半径及终点. 它将会与前一个圆相切. 中心点将被计算. 增加信息或输入.

几何专家

	Ref	EP X	EP Y	角度/弧度	长度	LP/CP X	LP/CP Y
↶	C1			25		50	50
↷	C3	-50	50	-50			
⁄	L1			180			
⁄	L2			270		-75	
⁄	L3			0			-50
⁄	L4			90		75	
+							

圆有一半径及终点. 它将会与前一个圆相切. 中心点将被计算. 增加信息或输入.

图 2-65 一个在几何专家中定义了 – R 的例子

2.5 尺寸标注

2.5.1 尺寸标注面板

尺寸标注面板是通过【视图】→【尺寸标注面板】进入这个子控制面板。这个尺寸

标注功能可以为用户指定一个几何图形的位置信息与尺寸。尺寸标注相对于当前的坐标系统，只能在当前的坐标系统中使用。尺寸标注的信息可以随意拖动，当尺寸标注面板激活时，尺寸标注功能才能使用，如图 2-66 所示。

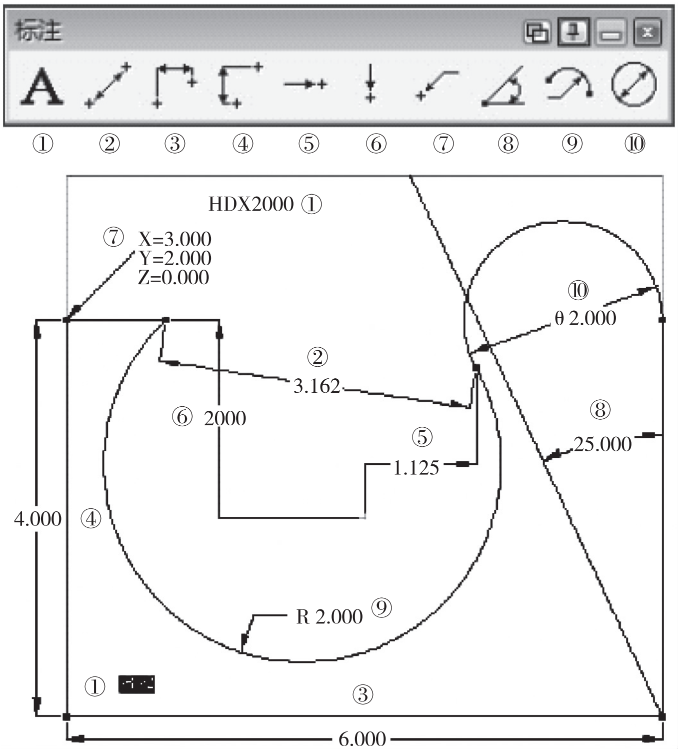


图 2-66　尺寸标注面板

1—文字标注　2—两点间距（对齐）　3—水平间距　4—垂直间距　5—水平方向到原点间距
6—垂直方向到原点间距　7—点坐标　8—角度标注　9—半径标注　10—直径标注

2.5.2　工作群组

工作群组是放置几何图形的位置，相当于其他软件中的工作层，所有创建的几何图形是放置在一个当前被激活的工作群组中。工作群组是用来分开几何图形的，一个工作群组也可以用来自定义一个毛坯。可以同时开启观看多个工作群组，但是只能有一个可以编辑的工作群组。观看、选择和创建一个工作群组是在工作群组控制栏中定义完成的。从主工作面板中选择工作群组按钮可以进入编辑工作群组信息的编辑。

2.5.3　工作群组列表

工作群组列表目录控制着所有工作群组。单击新建工作群组选项创建一个新的工作群组。被激活可以编辑的工作群组是以蓝色高亮显示。如果要转换到工作群组，只要单击你所需要的工作群组即可。在工作群组栏中一个眼睛图标的作用是显示和隐藏工作群组。单击灰色控制栏可以重新将工作群组排列。单击鼠标右键会弹出一个菜单栏，这些功能可以用来编辑工作群组。工作群组的右键菜单的详细介绍在工作群组鼠标右键菜单章节当中，如图 2-67 所示。

工作群组背景：一个没有激活的工作群组内的几何图形，如果需要让这些图形显示在工作区域中，可以通过双击眼睛图标来完成。如果需要选择多个工作群组可以配合 Shift 键和 Ctrl 键来使用，然后再双击。如果不需要看见某个工作群组内的图形，只要在这个群组的眼睛的图标上双击即可。一个不可见工作群组眼睛图标是中空的，可见的工作群组眼睛的图标中会增加一个蓝色的圆圈。

工作群组鼠标右键菜单：这个菜单列表包括了常用的编辑功能和信息。

工作群组信息：在这个信息对话框中指定了这个工作群组的状态。这个工作群组在定义一个工件外形或者作为一个毛坯来使用。工作群组作为一个毛坯时，系统在计算加工路径时会考虑这个毛坯的状况。这个毛坯定义有两种方式：一种是通过一个中心轴旋转产生一个毛坯，另一种是通过一个轴的方向来产生一个毛坯，如图 2-68 所示。



图 2-67　工作群组

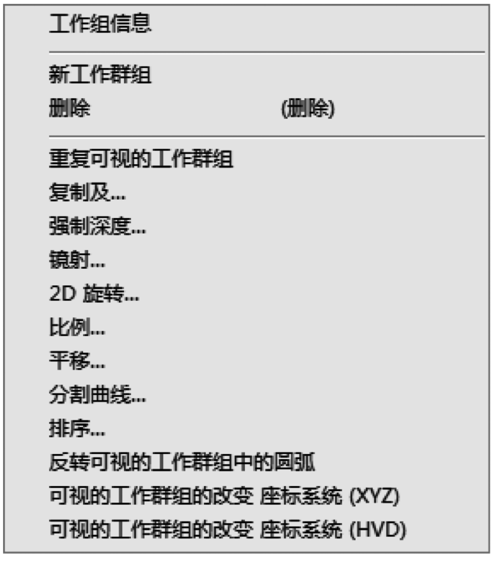


图 2-68　工作群组信息

工件毛坯：如果选择“工件毛坯”选项，在群组内的几何图形将被用来计算毛坯，毛坯的尺寸是所选择的轴对应文件对话框中的尺寸。另外，在工件切削模拟时，这个自定义毛坯将显示在模拟的毛坯设定中。在车床当中工作群组的毛坯只能沿着深度轴的方向建立。工件毛坯的定义全部适用于铣削以及车削手册，如图 2-69 所示。

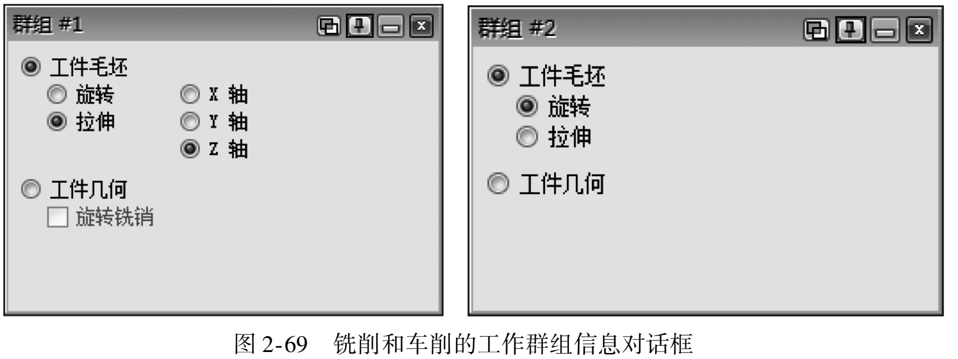


图 2-69　铣削和车削的工作群组信息对话框

新的工作群组：这个选项是创建一个新的工作群组，这个功能与工作群组对话框中新建工作群组相同。如果当前已经有 1、3 和 4 这三个工作群组，那么新建立的工作群组将会为 2。

删除：这个选项可以删除当前的工作群组，在删除一个工作群组时系统会提示用户是否需要删除工作群组。用户也可以通过键盘上的 Delete 键来删除这个工作群组。

复制可见工作群组：这个选项是将所有可见的工作群组内的图形复制一次。这个动作将不会产生新的工作群组，只是在原有的工作群组上复制一个相同的几何外形。这个功能与 Ctrl + D 功能相同，只不过这个功能被应用到更大的范围。

复制及…：这个选项是将选择的图形进行位置以及比例的转换。这个选项与修改菜单里的“复制及…”功能是相同的，如图 2-70 所示。

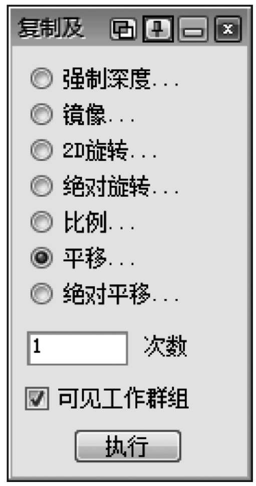


图 2-70 复制功能项

强制深度：这个功能是将几何外形强制压在一个指定的深度位置上。

镜像：这个功能是将几何外形通过在一个轴上镜像一个图形。

2D 旋转：这个功能是将几何外形通过绕一个轴来旋转到一个新的位置上。

比例：这个功能是将几何外形通过定义一个缩放比例来产生一个新的图形。

平移：这个功能是将几何外形平移到一个新的位置上。

分割曲线：这个功能是将一根曲线通过一个指定的打断方式来打断。

排序：这个功能是将当前工作群组中点重新按照自定义的排列方式，将所有点的顺序排列。

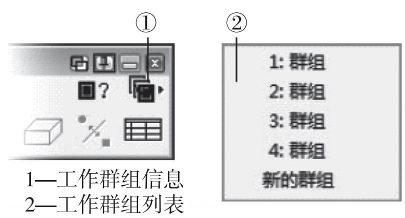
反转可视工作群组中的圆弧：选择这个选项可以将所有可见的工作群组中的圆弧方向反转过来。

可视工作群组改变坐标系统 XYZ：这个功能是将所有可见的工作群组内的图形改变到当前的坐标系统。

可见工作群组改变坐标系统 HVD：这个功能是将所有可见的工作群组内的图形改变到当前的坐标系统中，被改变的图形在之前坐标系统的位置而当前的坐标系统的位置是相对不变的。

2.5.4 层别 1

如果在系统参数设定中的使用者接口的选项卡中选择“Level 1”（层 1）选项，系统会自动将软件的界面转换到层 1 设定的软件界面中，这时有些功能是不显示出来的。当用户开启绘图控制面板时，就可以看见两个新增的控制按钮，如图 2-71 所示。



1—工作群组信息
2—工作群组列表
图 2-71 层别 1

2.5.5 工作群组概要

选择“工作群组摘要”，系统将会打开“工作群组摘要”对话框。这个对话框以表格的方式将工作群组的所有图形信息显示出来。当工作群组列表显示在屏幕上时，用户也可以通

过打印功能将这些信息打印出来，或使用【文件】→【存成特殊档】→【工作群组摘要】菜单命令将这些工作群组信息保存起来，如图 2-72 所示。



工作群组摘要 - 工作群组 1

线

Ln#	座标系统#	类型	终点			角度	Con	距离	ConRef	ItemRef	TanRef
1	1	TnTn	X 95.0	Y 65.222	Z 0.0	188.756	Y		P 6	C 5	P 2
			X -95.0	Y 35.957	Z 0.0				P 7	C 1	P 3
2	1	TnTn	X -95.0	Y -66.11	Z 0.0	28.887	Y		P 23	C 7	P 2
			X 95.0	Y 38.708	Z 0.0				P 24	C 11	P 3
3	1	PtTan	X -65.24	Y 70.0	Z 0.0	259.63	Y		P 12	P 2	
			X -90.85	Y -70.0	Z 0.0				P 13	C 7	
4	1	TnTn	X 95.0	Y -35.95	Z 0.0	188.756	Y		P 14	C 8	
			X -95.0	Y -65.22	Z 0.0				P 15	C 3	P 1
5	1	2 Pts	X 75.0	Y 70.0	Z 0.0	270.0	Y		P 19	P 5	
			X 75.0	Y -70.0	Z 0.0				P 20	P 4	
6	1	TnTn	X -95.0	Y 10.156	Z 0.0	1.113	Y		P 25	C 7	
			X 95.0	Y 13.849	Z 0.0				P 26	C 11	P 1

圆

Cr#	座标系统#	类型	中心点			CptRef	半径	方向	Con	ConRef	ItemRef	TanRef
1	1	CPRad	X 0.0	Y 0.0	Z 0.0	P 1	50.0	逆时?	Y	P 7	P 1	16318464

图 2-72　工作群组摘要

2. 5. 6　坐标系统

如果用户要在不同的坐标系统当中建构几何图形或将现有的图形移动到不同的坐标系统中，在高级坐标系统进阶手册当中可以得到更多有关的信息。几何图形能被用来定义坐标系统的方位。

下面三幅图说明了三个不同的坐标系统的例子。这个圆在相对于每个坐标系统中的水平、垂直和深度位置相同的情况如图 2-73 所示。

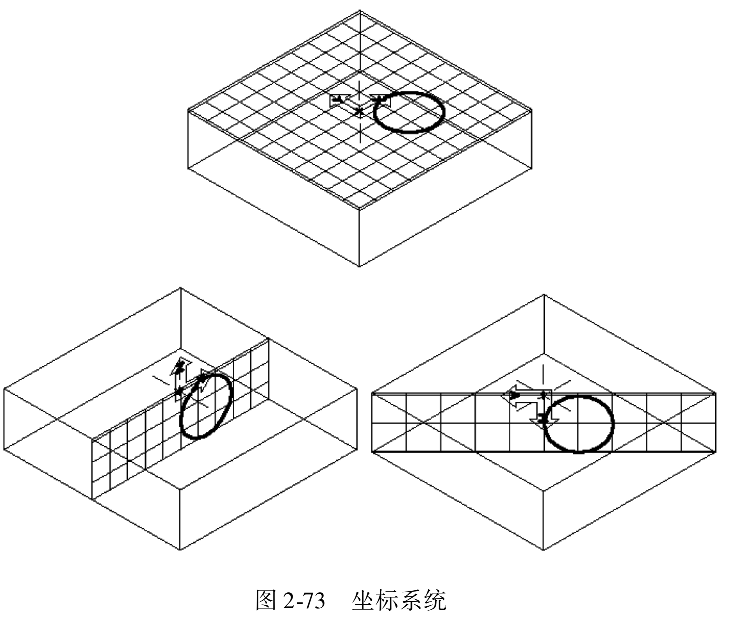


图 2-73　坐标系统

几何图形不能与工作群组一起被包括在一个坐标系统当中。坐标系统通常用来确定几何图形相对于其他几何图形的位置和方向。坐标系统可以用于 3D 图形的构建，加工时作为刀具的进刀方向的定位。坐标系统只能在系统参数设定中的层设定为“Level 2”（层 2）时才有效。

3D 几何图素：创建非平面的几何体时用户在不同的坐标系统中与当前坐标系统所作的几何体的连接。

第3章 GibbsCAM几何创建练习

本章的练习中包含了几何创建面板的基础练习与应用。练习一是铣削的加工练习，练习二是车削的加工练习。其中练习一采用自由造型的方式，练习二采用几何专家的方式。因为这些练习只涉及几何外形的创建（并非加工），所以可以使用这两种机床模式中的任一种，唯一的区别是在文件对话框中的设定不同。注意在绘图的过程中跟随图中的数值设定。

3.1 练习一：铣削教程零件（自由造型）

这个练习将创建一个几何外形，用做加工练习的工件。

练习需要的零件文件在随书光盘“配书练习/GibbsCAM 基础篇——零件加工/第 3 章”中。

3.1.1 工件设定

1）开启文件控制对话框（F1）。

2）单击“新建”按钮建立新的工件文件。

3）在文件对话框中输入文件名“Mill Tutorial”，保存到之前的文件夹中。这个图档将作为铣削加工的工件图档，如图 3-1 所示。

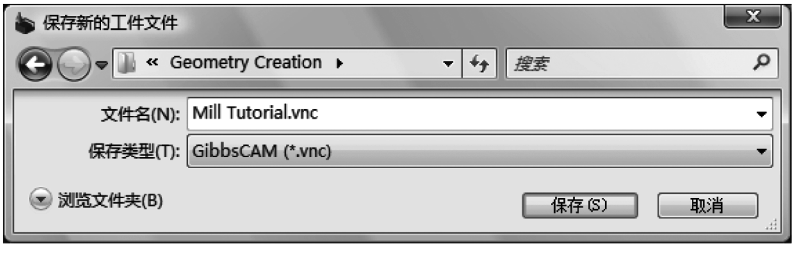


图 3-1 新建工件对话框

4）单击“保存”按钮。

5）在“机器”下拉列表中选择 3 轴立式铣削的 MDD 类型。

6）选择尺寸单位为“毫米”。

7）输入毛坯尺寸，如图 3-2 所示。

这个对话框中的参数信息可以随时改变。

8）关闭这个文件对话框。毛坯尺寸会影响到绘制的图形在屏幕上显示的效果。将毛坯尺寸设定得比工件大一点，这样所有建立的外形将会显示在毛坯轮廓之中，而不是在毛坯边缘上。

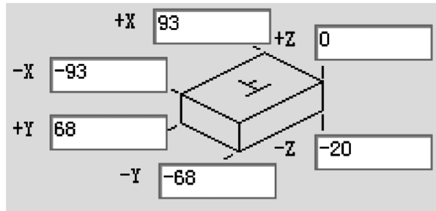


图 3-2　毛坯尺寸定义

3.1.2　创建多个点

1）单击按钮开启绘图控制面板，如图 3-3 所示。

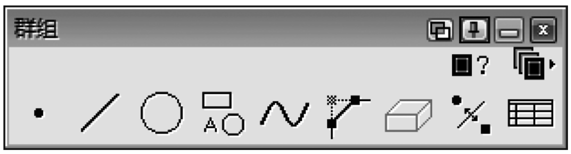


图 3-3　绘图控制面板

现在将创建 5 个点。

2）单击按钮开启点绘制面板，如图 3-4 所示。

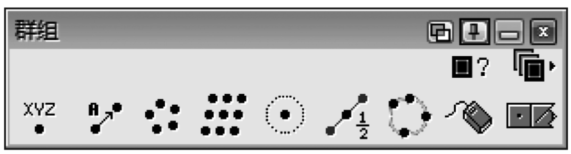


图 3-4　点绘制面板

3）选择坐标点。

4）输入图 3-5 所示的坐标值。



图 3-5　点坐标

5）单击多次绘制按钮。

6）输入图 3-6 所示的坐标值继续绘制点。



图 3-6　点坐标

7）输入图 3-7 所示的坐标值继续绘制点。



图 3-7　点坐标

8）输入图 3-8 所示的坐标值继续绘制点。



图 3-8　点坐标

9）输入图 3-9 所示的坐标值继续绘制点。单击单个绘制按钮[•]。



图 3-9　点坐标

如果不小心单击了多次绘制按钮，可以使用[·⁄]按钮来退出点绘制面板。

可以看见在工作区域中绘制的 5 个点，如图 3-10 所示。

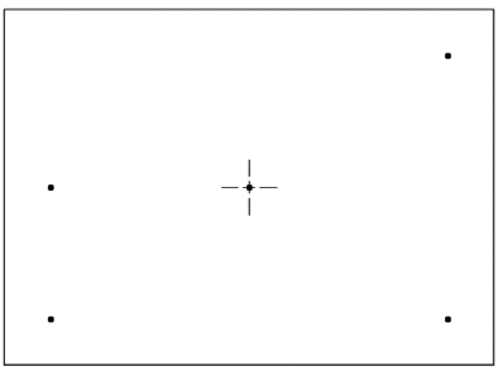


图 3-10　完成后的效果

3.1.3　半径和圆心点绘圆

下面将通过 5 个点来绘制 5 个圆。

1）单击[○]按钮开启圆绘制面板，如图 3-11 所示。



图 3-11　圆绘制面板

2）单击按钮选择半径 & 圆心点。

3）在原点处新建一个点，并以此为圆心建立一个圆。

4）输入图 3-12 所示的点名称和 R 值。

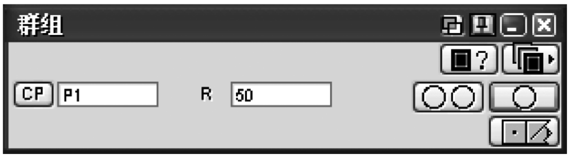


图 3-12　圆绘制参数

选择的这个圆心点的名称会显示在 CP 文本框中。系统会为所建立的几何图形默认命名一个名称。几何图形名称前面的字母表示图形的类型（P 表示点，C 表示圆，L 表示线）。用户可以通过【视图】→【标签】或按 Ctrl + L 来显示几何图形的名称。

3.1.4　标签

1）选择【视图】→【标签】，如图 3-13 所示，所有的点将显示系统建立图形时默认的名称，而名称将取决于几何图形创建的顺序。

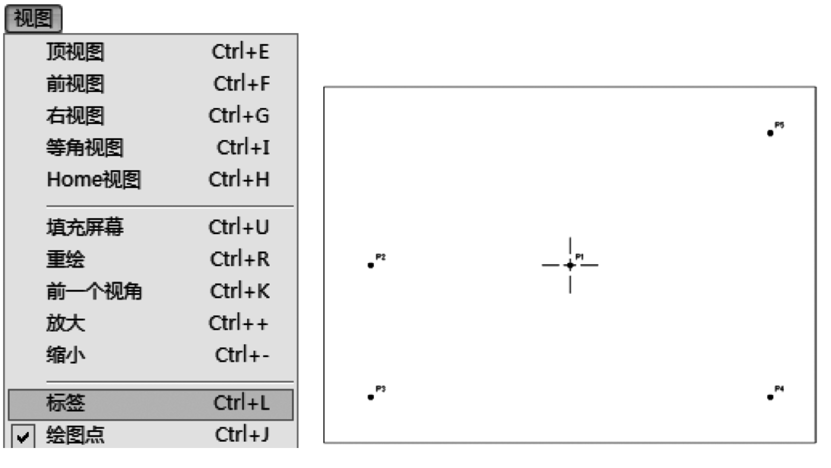


图 3-13　勾选“标签”选项

2）再次选择【视图】→【标签】将关闭这个功能。

3）单击多次绘制按钮。

这个按钮可以让用户在不用退出当前绘圆控制面板的情况下继续绘制未绘制完的圆（在这种情况下，可以接着选择下一个点作为新的圆心点，然后输入新的半径值，建立一个

新的圆)。

4）选择图 3-14 所示的点作为新的圆心点。

5）输入图 3-15 中的 R 值。

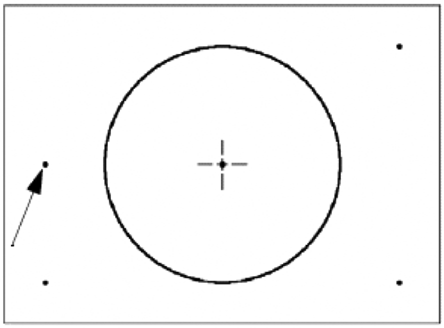


图 3-14　选取圆心



图 3-15　输入 R 值

6）单击空格键，建立新的圆。

这与单击多次绘制按钮来绘制一个圆效果相同。

7）选择图 3-16 所示的点作为新的圆心点，单击空格键来建立新的圆。

接下来所要绘制的圆，因为半径是相同的，所以不用改变半径值。

8）选择图 3-17 所示的点作为新的圆心点，单击空格键来建立新的圆。

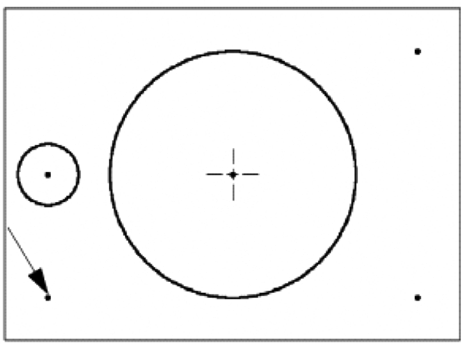


图 3-16　选取圆心

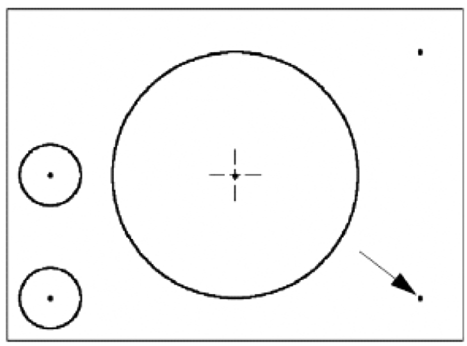


图 3-17　选取圆心

9）选择图 3-18 所示的点作为新的圆心点，单击单个按钮来建立新的圆。

在所有点上都建立一个圆，接下来将使用一些圆的中心点来建立新的图形。

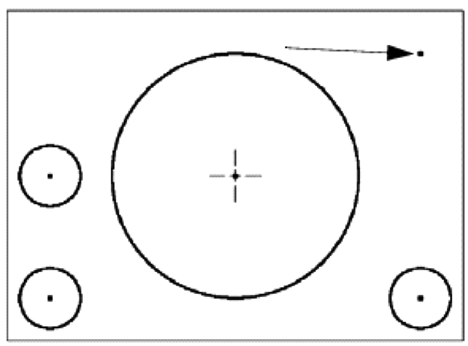


图 3-18　选取圆心

3.1.5　两圆间切线

1）单击 按钮开启线绘制面板。

2）选择图 3-19 中箭头所指的两个圆。

3）单击单个绘制按钮 ，与这两个圆相切的所有线将显示在工作区域中，如图 3-20 所示。

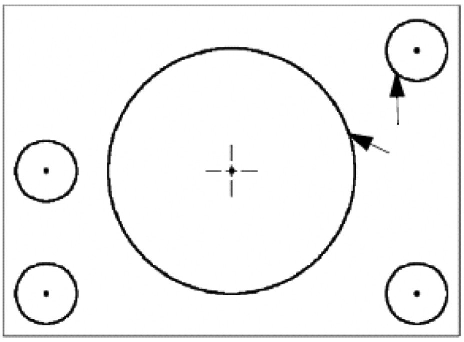


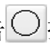
图 3-19　选取两圆



图 3-20　绘制直线

4）选择图 3-21 中箭头所指的线，单击空格键，将会有一条蓝色的线来连接两个黄色的圆。

3. 1. 6　两圆间切弧

1）单击按钮开启圆绘制面板。

2）选择图 3-22 中箭头所指的两个圆。

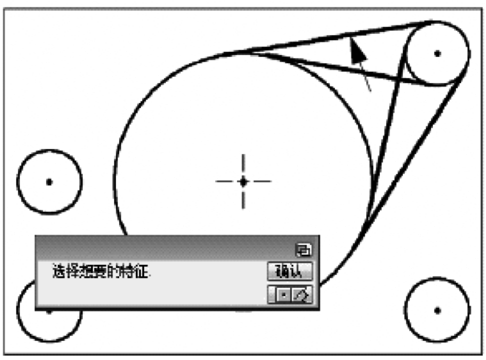


图 3-21　完成后的结果

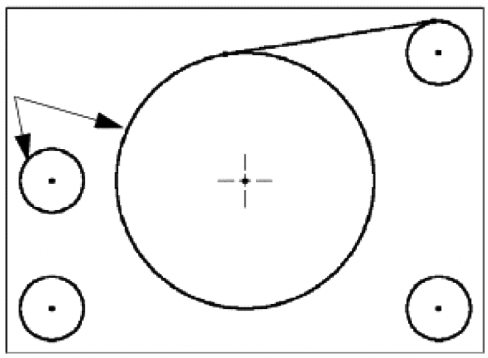


图 3-22　选取两圆

3）输入图 3-23 中的 R 值。

4）单击单个绘制按钮，这两个圆之间产生了多个与之相切的圆，如图 3-24 所示。

因为与这两个圆相切的多个圆在工作区域中，所以可以通过放大功能来查看需要的结果。

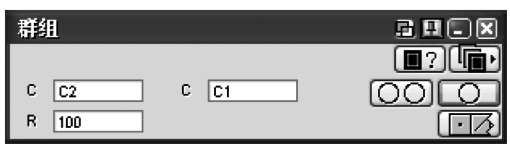


图 3-23　输入 R 值

5）将图形放大到合适的大小。

6）选择图 3-25 中箭头所指的圆弧，单击“确认”按钮。

7）单击视角控制按钮，这时会弹出一个视角控制面板。单击图 3-26 中的按钮，可以将整个毛坯以合适的大小全部显示在工作区域中，这时屏幕变成了初始状态的大小。

8）单击“全部显示”按钮或使用快捷键 Ctrl + U。

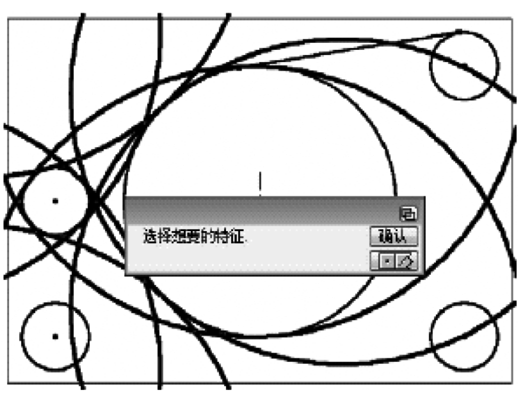


图 3-24　产生多个相切圆

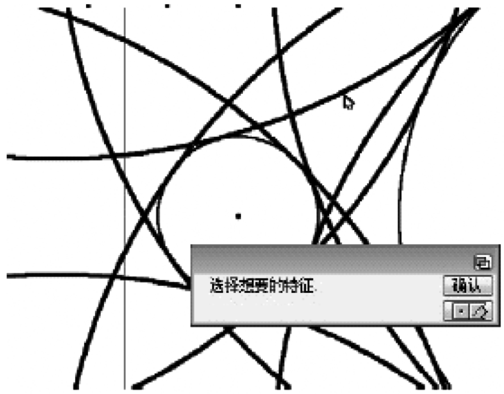


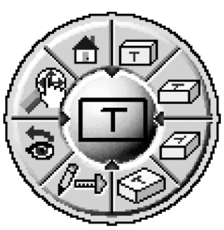
图 3-25　选取圆弧

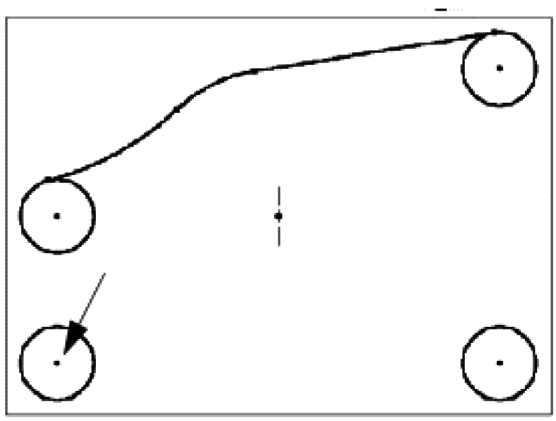
9）再次单击视角控制按钮关闭视角控制面板。

10）单击按钮开启圆绘制面板。

11）单击按钮选择半径 & 圆心点绘圆。

12）选择图 3-27 中箭头所指的点。


图 3-26　视角面板


图 3-27　选择点

13）输入图 3-28 中的 R 值。



图 3-28　输入 R 值

3.1.7　通过一个点画一条与圆相切的线

1）单击按钮开启线绘制面板。

2）选择图 3-29 中箭头所指的点和圆，单击空格键，输入参数，如图 3-30 所示。

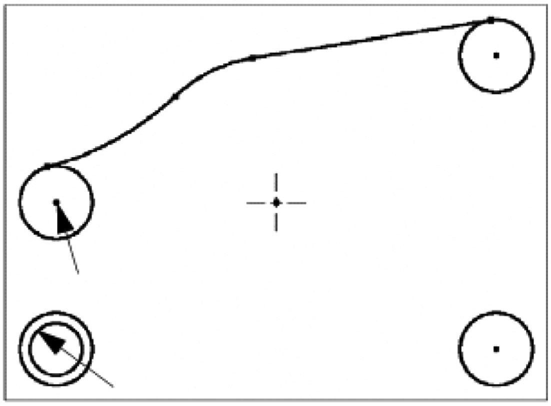


图 3-29　选择点和圆



图 3-30　输入参数

3）生成的直线如图 3-31 所示。

3.1.8　平行线

1）单击按钮开启线绘制面板。

2）单击按钮选择平行线。

3）选择图 3-31 中箭头所指的直线。

4）输入一个平行距离 D，如图 3-32 所示。

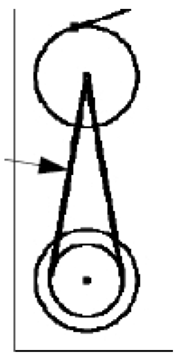


图 3-31　生成直线



图 3-32　输入参数

5）单击单个绘制按钮。

6）选择图 3-33 中箭头所指的直线，单击“确认”按钮。

3.1.9　连接圆和线

1）连接图 3-34 中箭头所指的圆和直线，单击“连接/取消连接”按钮。

2）选择圆和直线的下方交点，单击“确认”按钮，这个圆将修剪成蓝色的圆弧，这是因为这个圆弧已经产生了两个连接点，如图 3-35 所示。

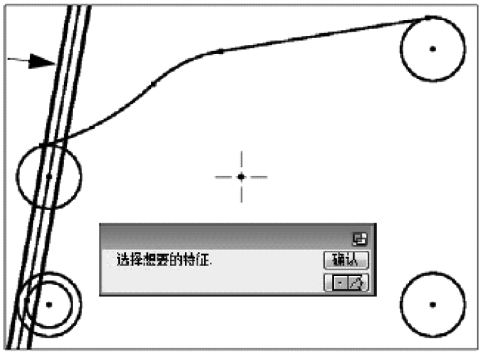


图 3-33 选取直线

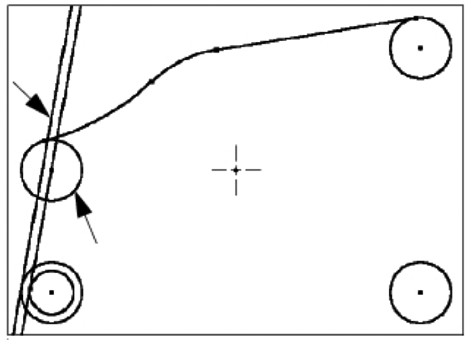


图 3-34 选取直线和圆

3）连接图 3-35 中箭头所指的圆和直线，然后单击按钮。

3.1.10 复制图素

1）选择图 3-36 中箭头所指的圆弧。

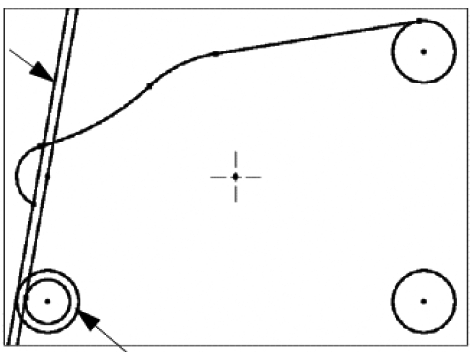


图 3-35 选取直线和圆

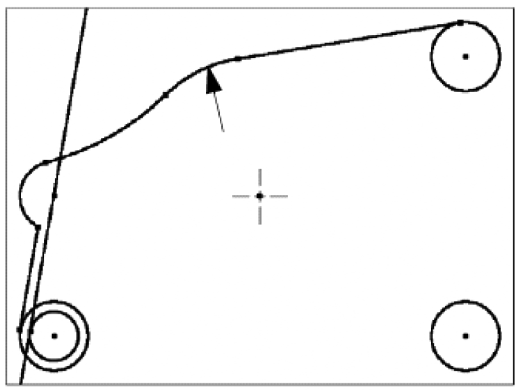


图 3-36 选取圆弧

2）选择【修改】→【复制】。此功能将复制所选择的几何图形。

3）在没有图形的空工作区域中单击鼠标左键，取消所选择的几何图素。

当绘图面板中的附属绘图控制面板开启时，在空的工作位置单击鼠标左键不能取消选择的物体。如果这时是一个白色的箭头，用户可以直接在已被选择的几何图素上单击鼠标左键取消选择这个几何图形。

3.1.11 两个圆之间的切线

1）单击按钮开启线绘制面板。

2）选择图 3-37 中箭头所指的两个圆。

3）单击单个绘制按钮，如图 3-38 所示。

4）选择图 3-39 中箭头所指的直线，然后单击“确认”按钮。

5）单击按钮开启圆绘制面板。

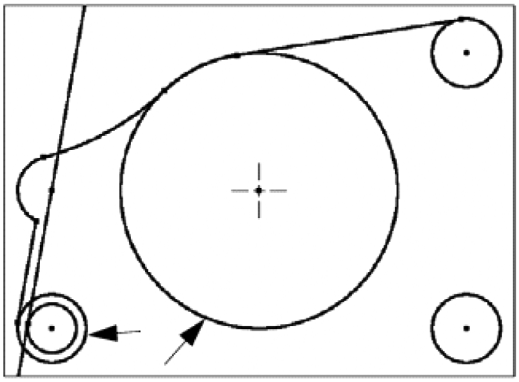


图 3-37　选择两圆



图 3-38　绘制直线

3.1.12　与两个圆相切的弧

1）单击图 3-40 中箭头所指的两个圆。

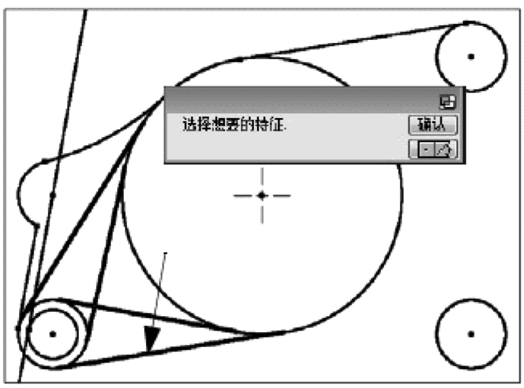


图 3-39　选择直线

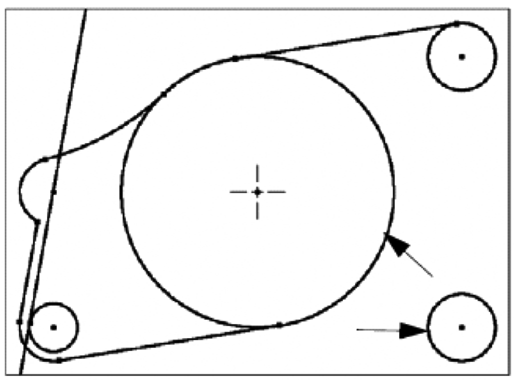


图 3-40　选择两圆

2）输入图 3-41 中的 R 值。

3）单击单个绘制按钮，这时系统出现了两个相切圆。

4）选择图 3-42 中箭头所指的圆。



图 3-41　输入参数

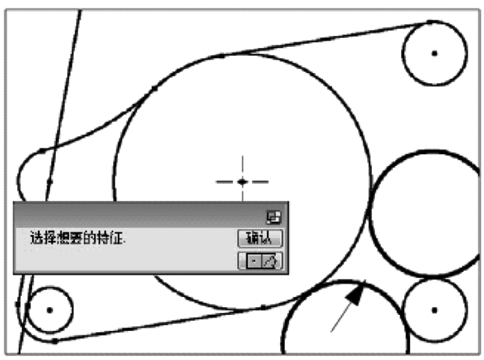


图 3-42　选取圆

5）单击“确认”按钮。

3.1.13 两点绘线

1）单击按钮开启线绘制面板。

2）选择图 3-43 中箭头所指的两个点。

3）单击单个绘制按钮，如图 3-44 所示。

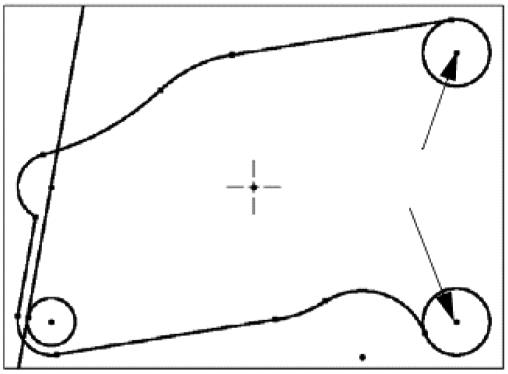


图 3-43 选择圆心



图 3-44 绘制直线

由于两个圆心点都在 X 方向的同一个位置上，所以产生的是一条垂直线。

4）连接图 3-45 中箭头所指的圆和直线，然后单击“连接/取消连接”按钮。

5）选择图 3-46 中箭头所指的交点。

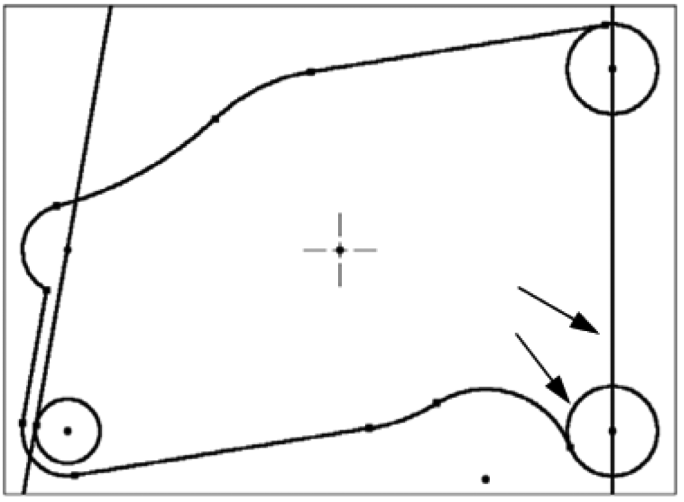


图 3-45 裁剪直线

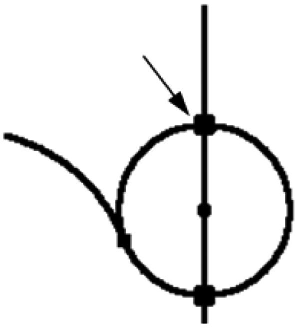


图 3-46 选取交点

3.1.14 反向圆弧

1）选择图 3-47 中箭头所指的圆弧。

因为系统在建立这个圆弧时采用的是默认设置，因此需要对其进行修改。

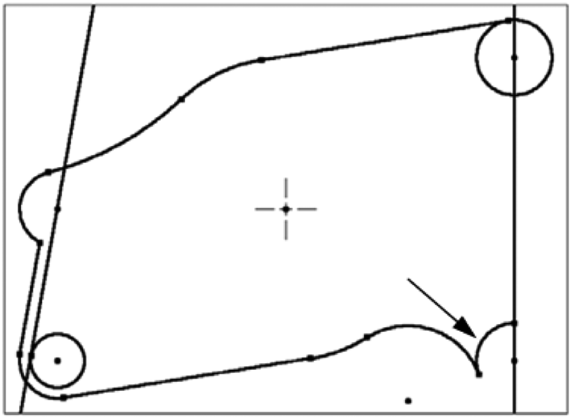


图 3-47 反向圆弧

2）选择【修改】→【反向圆弧】，这时会产生较大的另一段圆弧。

3）在空的工作区域单击鼠标左键取消所选择的几何图形。

3.1.15 圆和直线的相切弧

1）单击按钮开启圆绘制面板。

2）选择图 3-48 中箭头所指的圆和直线。

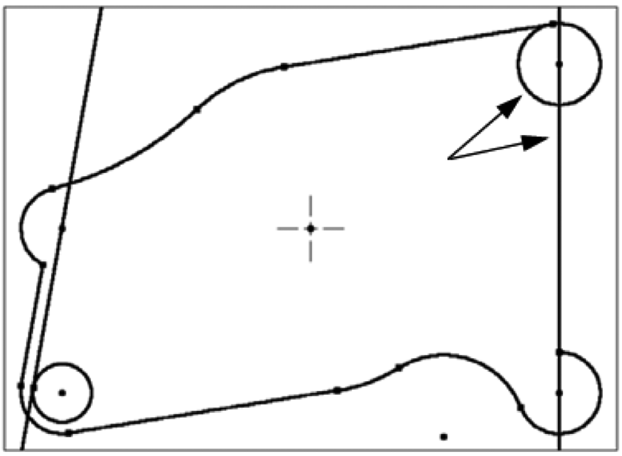


图 3-48 选取圆和直线

3）输入图 3-49 中的半径值 R。



图 3-49 输入参数

4）单击单个绘制按钮。

5）选择图 3-50 中箭头所指的圆。

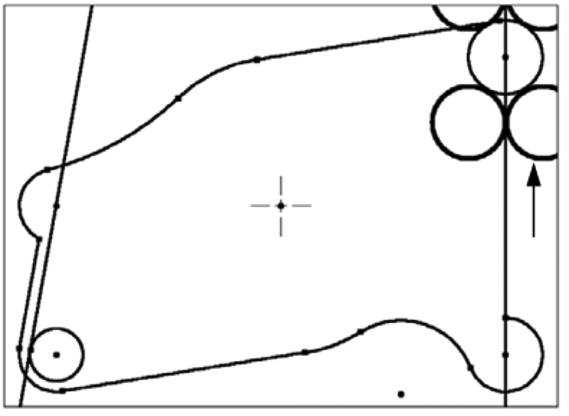


图 3-50　选取圆

6）单击“确认”按钮，如图 3-51 所示。

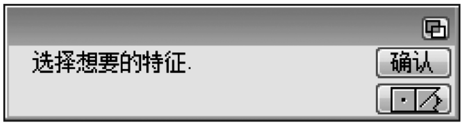


图 3-51　确认选择

3.1.16　选择外形

1）双击图 3-52 中箭头所指的直线。

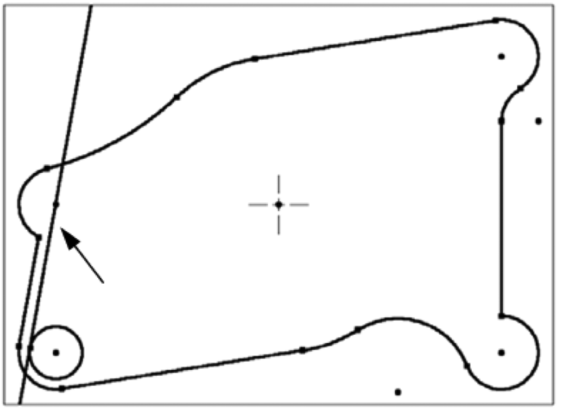


图 3-52　选择直线

此操作是将所有与这条线相连接的几何外形都选中。

2）单击软件界面右下角的删除按钮，将刚才所选择的图形删除，也可以使用键

盘上的“Delete”键。

3.1.17 凸台

1）单击按钮开启点绘制面板。

2）单击按钮选择极坐标点。

3）选择图 3-53 中箭头所指的点。

4）输入角度 A 与距离值 D，如图 3-54 所示。

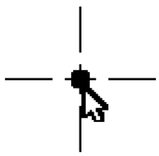


图 3-53　选择点



图 3-54　输入参数

5）单击单个绘制按钮，将会在与所选择的点距离为 25mm、方向为逆时针旋转 15°的位置上产生一个点。

6）单击按钮开启圆绘制面板。

7）单击按钮选择半径 & 中心点绘圆。

8）选择图 3-55 中箭头所指的点。

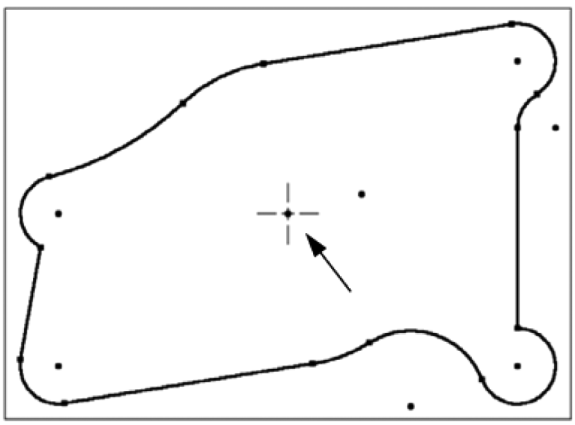


图 3-55　选择点

9）输入图 3-56 中的半径值 R。



图 3-56　输入参数

10）单击多次绘制按钮。

11）选择图 3-57 中箭头所指的点。

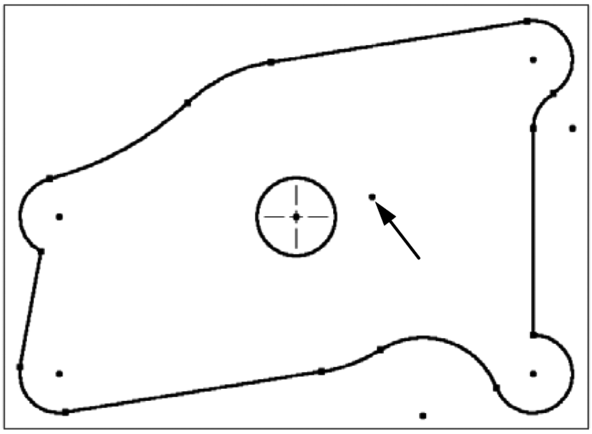


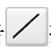
图 3-57 选择点

12）输入图 3-58 中的半径值 R。



图 3-58 输入参数

13）单击单个绘制按钮。

14）单击按钮开启线绘制面板。

15）选择图 3-59 中箭头所指的两个圆。

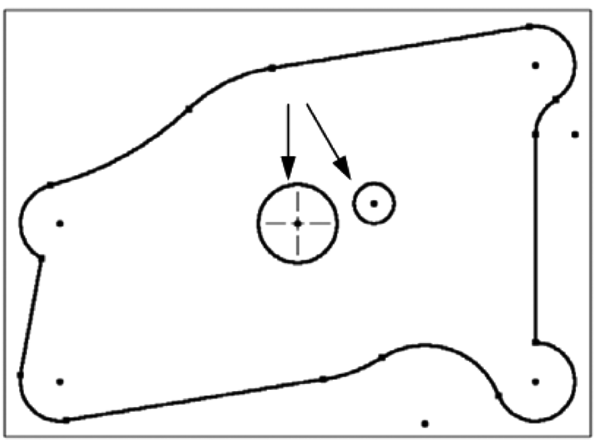
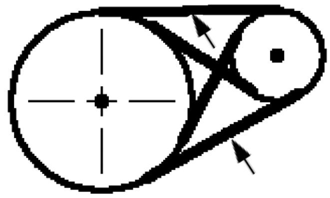


图 3-59 选择两圆

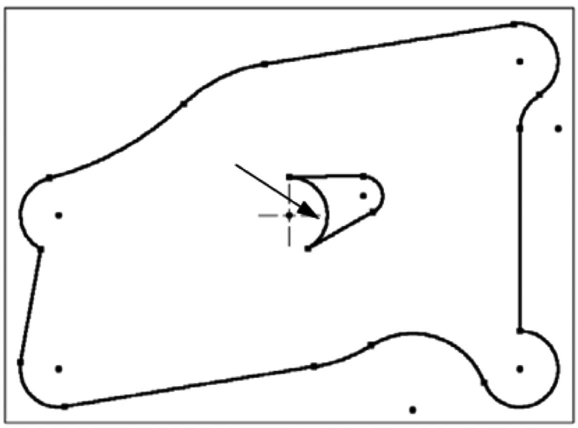
16）单击单个绘制按钮，如图 3-60 所示。
17）选择图 3-61 中箭头所指的两条直线。

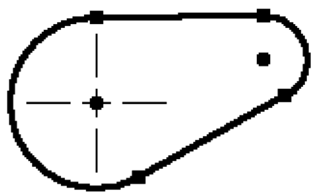


图 3-60　绘制直线


图 3-61　选择直线

18）单击“确认”按钮。
19）选择图 3-62 中箭头所指的圆弧。
20）选择【修改】→【反向圆弧】。
这个部件的几何图形现在已经完成，保存文件，如图 3-63 所示。


图 3-62　选择圆弧


图 3-63　完成绘制

3.2　练习二：车削教程零件（几何专家）

1）建立一个车床部件，输入图 3-64 中所定义的毛坯尺寸。

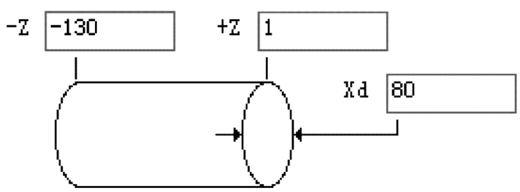


图 3-64　定义毛坯

2）选择 X 的轴向类型为“直径”类型。
3）将文件命名为“Lathe Tutorial”。

4）单击▤按钮开启几何专家对话框。

5）输入图 3-65 中所设定的特征类型与定义值，然后按回车键。

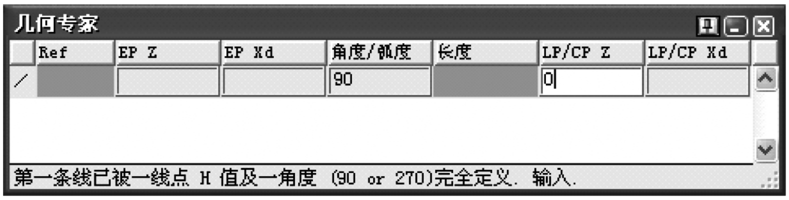


图 3-65　创建直线

6）选择“倒斜角”特征类型（Alt +2）。

7）输入图 3-66 中所设定的特征类型与定义值，然后按回车键。

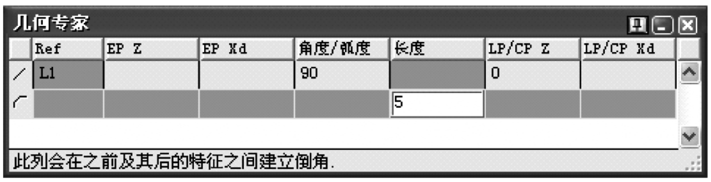


图 3-66　创建圆弧

8）输入图 3-67 中所设定的特征类型与定义值，然后按回车键。



图 3-67　创建直线

9）输入图 3-68 中所设定的特征类型与定义值，然后按回车键。

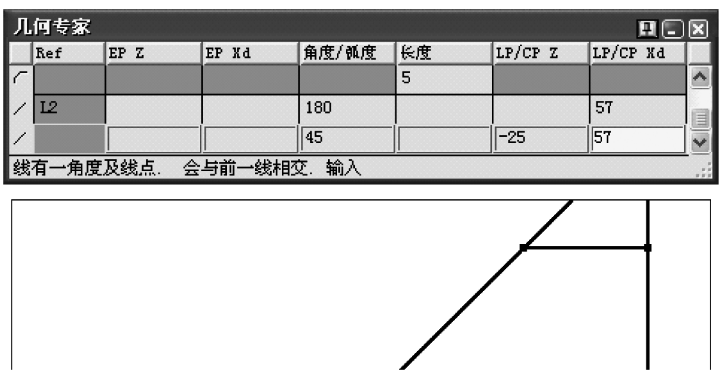


图 3-68　完成效果

10）选择“倒圆角”特征类型（Alt +3）。

11）输入图 3-69 中所设定的特征类型与定义值，然后按回车键。

当下一个特征被建立时，这个倒圆角外形也将被建立。

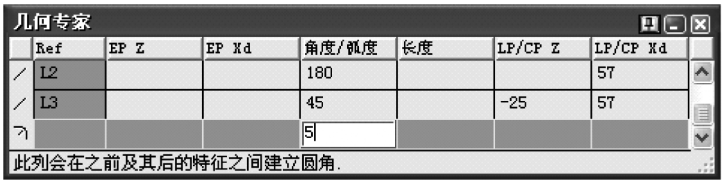


图 3-69　创建圆弧

12）输入图 3-70 中所设定的特征类型与定义值，然后按回车键。



图 3-70　创建直线

13）选择“倒圆角”特征类型（Alt +3），然后按回车键。

这个圆角半径因为在上一个圆角特征半径已被定义，所以不需要再输入，如图 3-71 所示。



图 3-71　创建圆弧

14）输入图 3-72 中所设定的特征类型与定义值，然后按回车键。



图 3-72　创建直线

15）输入图 3-73 中所设定的特征类型与定义值，然后按回车键。



图 3-73　创建直线

可以看见两个圆角被建立，这是因为圆角的两个相关联的特征被完全定义相连接，如图3-74所示。

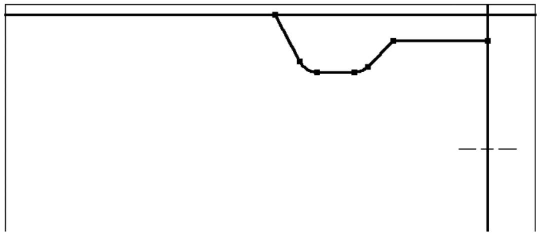


图3-74　完成效果

16）输入图3-75中所设定的特征类型与定义值，然后按回车键。



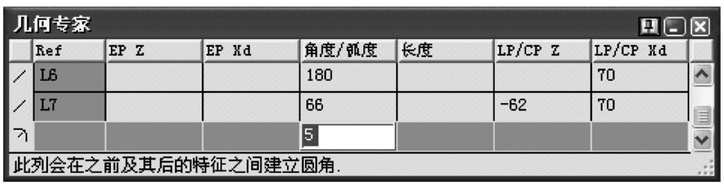
几何专家

	Ref	EP Z	EP Xd	角度/弧度	长度	LP/CP Z	LP/CP Xd
/	L5			117		-55	70
/	L6			180			70
/				66		-62	70

线有一角度及线点．会与前一线相交．输入

图3-75　创建直线

17）选择“倒圆角”特征类型（Alt+3），然后按回车键，如图3-76所示。



几何专家

	Ref	EP Z	EP Xd	角度/弧度	长度	LP/CP Z	LP/CP Xd
/	L6			180			70
/	L7			66		-62	70
⌝				5			

此列会在之前及其后的特征之间建立圆角.

图3-76　创建圆弧

18）输入图3-77中所设定的特征类型、角度值和线的位置值，然后按回车键。



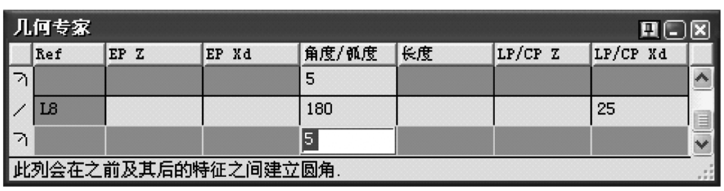
几何专家

	Ref	EP Z	EP Xd	角度/弧度	长度	LP/CP Z	LP/CP Xd
/	L7			66		-62	70
⌝				5			
/	L8			180			25

线有一角度（0，180）及线点V值．会与前一线相交．输入

图3-77　创建直线

19）选择“倒圆角”特征类型（Alt+3），然后按回车键，如图3-78所示。



几何专家

	Ref	EP Z	EP Xd	角度/弧度	长度	LP/CP Z	LP/CP Xd
⌝				5			
/	L8			180			25
⌝				5			

此列会在之前及其后的特征之间建立圆角.

图3-78　创建圆弧

20）输入图 3-79 中所设定的特征类型、角度值和线的位置值，然后按回车键。

几何专家

	Ref	EP Z	EP Xd	角度/弧度	长度	LP/CP Z	LP/CP Xd
╱	L8			180			25
↰				5			
╱				114		-95	70

线有一角度及线点. 会与前一线相交. 输入

图 3-79　创建直线

21）输入图 3-80 中所设定的特征类型与定义值，然后按回车键。

几何专家

	Ref	EP Z	EP Xd	角度/弧度	长度	LP/CP Z	LP/CP Xd
↰				5			
╱	L9			114		-95	70
╱				180			70

线有一角度 (0, 180) 及线点V值. 会与前一线相交. 输入

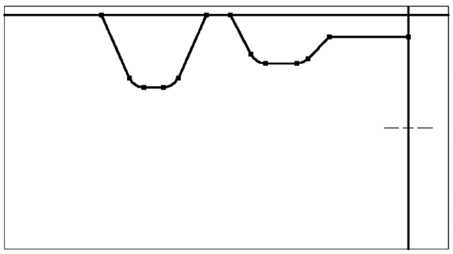


图 3-80　完成效果

22）输入图 3-81 中所设定的角度值和线的定义值，然后按回车键。

几何专家

	Ref	EP Z	EP Xd	角度/弧度	长度	LP/CP Z	LP/CP Xd
╱	L9			114		-95	70
╱	L10			180			70
╱				85		-100	70

线有一角度及线点. 会与前一线相交. 输入

图 3-81　创建直线

23）选择“倒圆角”特征类型（Alt＋3），然后改变圆角半径值，再按回车键，如图 3-82所示。

几何专家

	Ref	EP Z	EP Xd	角度/弧度	长度	LP/CP Z	LP/CP Xd
╱	L10			180			70
╱	L11			85		-100	70
↰				0.4			

此列会在之前及其后的特征之间建立圆角.

图 3-82　创建圆弧

24）输入图 3-83 中所设定的特征类型、角度值和线的定义值，然后按回车键。



图 3-83　创建直线

25）选择“倒圆角”特征类型（Alt +3），然后按回车键，如图 3-84 所示。

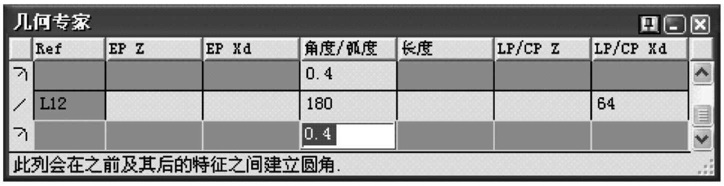


图 3-84　创建圆弧

26）输入图 3-85 中所设定的特征类型、角度值和线的位置值，然后按回车键。



图 3-85　创建直线

27）输入图 3-86 中所设定的特征类型与定义值，然后按回车键。



图 3-86　创建直线

28）输入图 3-87 中所设定的特征类型与定义值，然后按回车键。

29）输入图 3-88 中所设定的特征类型与定义值，然后按回车键。

30）选择“倒圆角”特征类型（Alt +3）。

31）改变倒圆角的半径，然后按回车键，如图 3-89 所示。

32）输入图 3-90 中所设定的特征类型、角度值与定义位置值，按回车键。

33）选择“倒圆角”特征类型（Alt +3），然后按回车键。

这个圆角半径值由于之前已被输入，所以不需要再输入，如图 3-91 所示。

34）输入图 3-92 中所设定的特征类型、角度值与定义终止位置值，然后按回车键。

这条线必须定义终止点位置，因为下一个因素是一个与之相交的圆。任何时候，一个圆

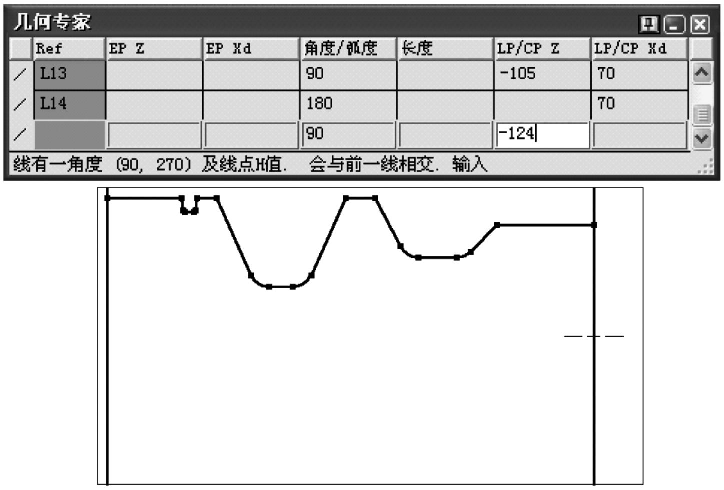


图 3-87　完成效果



图 3-88　创建直线

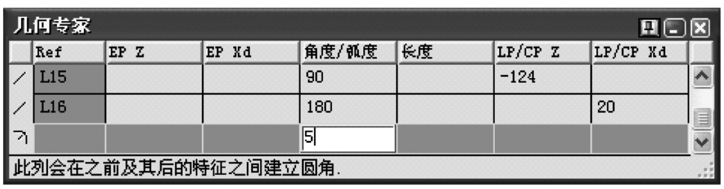


图 3-89　创建圆弧

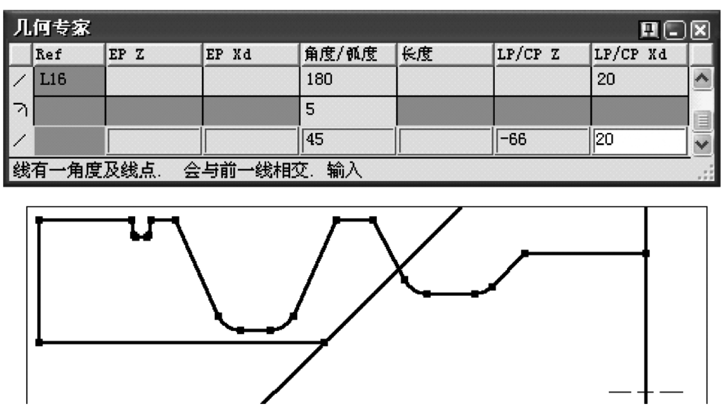


图 3-90　完成效果

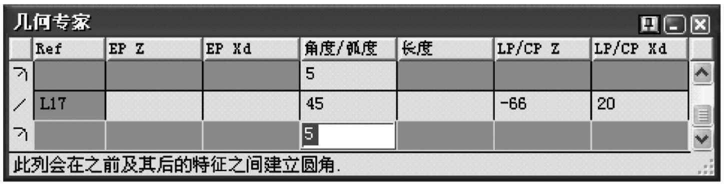


图 3-91　创建圆弧



图 3-92　创建直线

弧若是没有与之前的线相切，这个圆弧就需要一个起始点，这个起始点由前一个特征的端点定义。注意当一条线和端点一起被建构时，线会被修剪，而终止点也会被生成，如图 3-93 所示。

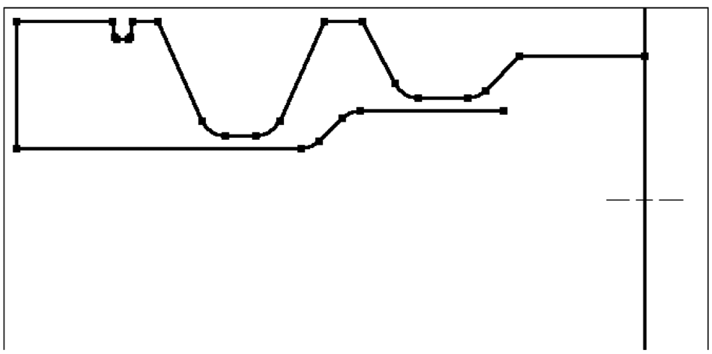


图 3-93　完成效果

35）选择“逆时针”圆弧特征类型（Alt +4）。

36）输入图 3-94 中所设定的值，然后按回车键。

用户需要注意提示栏中的提示文字。



图 3-94　创建圆弧

37）输入图 3-95 中所设定的特征类型和角度值，然后按回车键。



图 3-95　创建直线

输入线的角度为 0°。因为线和圆弧是连接的，所以必须指明线的方向。例如，角度值设定为 180°或 0°时是一条水平线，不过这两条线的方向相反，所以在这个例子中，应检查线的角度值是否设定正确。

38）选择“封闭”特征类型（Alt +6），如图 3-96 所示。



图 3-96　封闭特征

注意：先前建构的倒斜角已经被绘制出来，这是因为相关联的两条线现在已经被连接。

39）保存文件。最后完成图如图 3-97 所示。

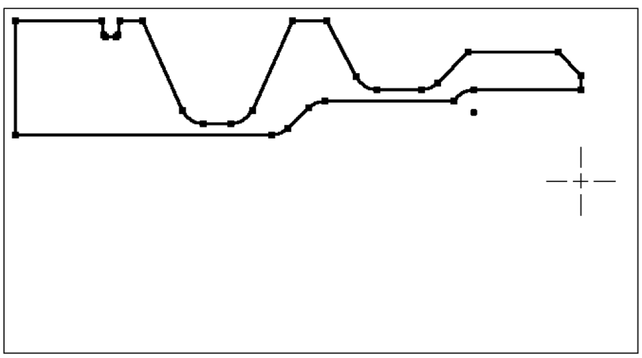


图 3-97　最后完成图

第4章 GibbsCAM车削

本章主要介绍 GibbsCAM 二轴车削。这部分内容在更高级的 C 轴和多任务机床中也会用到。虽是针对车削，但大部分交互概念与其他加工类型类似。

4.1 工件设置

4.1.1 文件对话框

单击“文件”按钮将弹出文件对话框。此对话框其实包含两个关联的对话框。顶部的对话框包含此工件的通用信息，比如机床和材料的信息，也有由用户指定文件在计算机中存放位置的文件管理项。底部对话框包含此工件的专用信息，如毛坯尺寸、移动间隙和换刀位置等，如图 4-1 所示。

4.1.2 工件详细信息

工件对话框含此工件的基本参数，包括所用的机床类型、制造工件的材料，以及工件尺寸的单位。对话框同时也包含打开、关闭和保存工件文件的指令。

文件控制：下面是用于文件管理的按钮，也可在文件菜单下使用。

打开（Ctrl + O）：单击“打开”按钮将弹出打开对话框以选择要打开的文件。如果当前已有打开的文件，此文件将被关闭，所选的文件将被打开。

新建（Ctrl + N）：此按钮将打开对话框请求文件名和存放位置，创建一个新文件。如果已有打开的文件，此文件将被关闭。

保存（Ctrl + S）：如果打开的文件有变更，此按钮将保存这些变更。

另存为：此按钮将打开对话框，输入文件名和当前文件的存放位置。上一次保存之后进行的变更将写入新文件。原文件无影响。新文件成为当前打开的文件。

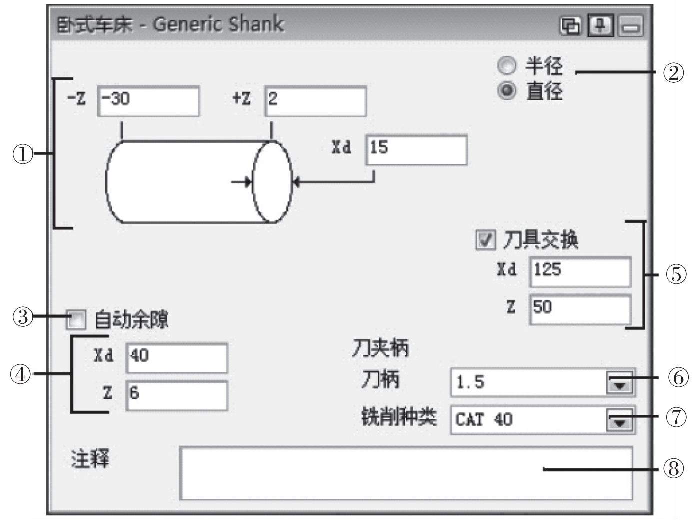
保存复件：此按钮与“另存为”按钮很类似。系统将为当前打开的文件建立一个复件。原文件仍是当前打开的文件。复件的文件名可以更改。

关闭：此按钮关闭当前文件。如果单击“关闭”按钮之前文件没保存，将弹出询问是否保存的对话框。



a）文件控制对话框顶部区域，显示工件详细信息

1—机床列表　2—工件材料　3—文件控制　4—度量单位



b）文件控制对话框底部区域，显示机床和毛坯详细信息

1—毛坯尺寸图框　2—X尺寸类型　3—自动间隙选项　4—固定间隙位置

5—刀具交换位置　6—刀柄尺寸　7—铣削种类　8—工件注释

图 4-1　文件对话框

机床列表：单击机床弹出菜单将出现软件设置的所有机床列表。所选机床类型的复件会与工件文件保存在一起。这样，如果你有其他自定义的 MDD（机床类型文件），可以方便地把工件文件转到其他系统。如果安装了铣、高级 CS 或多任务机床模块，会出现更多的选项。

工件材料：此选项用于指定工件材料，在计算加工程序的进给和转速时有用。此计算基于切削数据材料数据库（可与系统一起选购）或默认的材料数据库，也可创建自定义材料数据库。

度量单位：这两个单选项指定用公制还是英制导入工件和输入数据。后置输出的度量单位由后置程序本身决定。有英制和公制两种后置程序。如果英制后置用于公制工件，后置的数值将从公制转换为英制。同样，公制后置将数值从英制转换为公制。

4.1.3 机床和毛坯详细信息

文档对话框的底部区域指定加工的工件类型。对话框的这个区域根据所选的机床类型不同而显示不同的工件定义选项。因此，一个卧式或立式车的工件设置不同于3轴铣工件，不同于4轴铣工件，也不同于多任务工件。本书仅涉及车加工设置。

毛坯尺寸图框：对话框此区域用来指定工件毛坯的初始尺寸。当使用自动间隙功能时，系统使用这里输入的毛坯尺寸来确定定位移动。当在加工对话框选中“仅材料”时，毛坯尺寸参与刀路计算。如果建立了自定义毛坯，系统将在刀路中和定位移动时使用自定义毛坯的尺寸。在此情况下，输入的值仅用于画毛坯轮廓和正确的原点标记。X尺寸文本框是半径或直径只取决于X尺寸类型的选择，如图4-2所示。

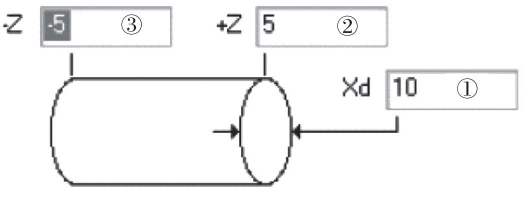


图4-2 毛坯定义
1—工件直径 2—毛坯+Z方向尺寸（超出原点）
3—毛坯-Z方向尺寸（原点之后）

X尺寸类型：有两个单选项指定工件的X值是作为半径还是直径输入。有些特殊对话框中的文本框需指定半径或直径值，与此处的规定无关。

刀具更换位置：如果刀具更换选项打开，刀具更换时转塔将移至指定的X值和Z值。如果刀具更换选项关闭，可假定它是夹具安全偏移或手动换刀的位置。对使用通用偏移或工装偏移的新型机床最好打开刀具更换项；对使用G50偏移的老式机床最好关闭刀具更换项。

自动间隙选项：当打开自动间隙时，系统将计算操作间的定位运动。这些点位将动态计算，这意味着它们将随着工件材料外形的改变而改变。输入值是指从当前工件毛坯偏离出来的量，系统用来与材料保持适当间隙。

固定间隙位置：当自动间隙选项关闭时，必须输入固定间隙位置。当自动间隙选项打开时，固定间隙位置文本框变灰。在刀具更换期间，由输入的X 、Z值指定刀具快速到达和离开的位置。这个位置也用于两次进刀之间的移动。

刀柄：此项描述当前机床所用刀柄的尺寸和种类。

车刀架尺寸：这是当前机床的车刀架尺寸。此设置决定了在定义刀具时有哪些刀柄可用。

铣刀夹头类型：这是当前机床铣刀夹头的类型和标准尺寸。

工件注释：作为工件注释输入的文字将在打开对话框的工件预览区域和后置输出时出现。

4.2 刀具创建

4.2.1 刀具创建概览

主面板中的刀具按钮可以打开刀具列表。在一个工件文件中，刀具列表可支持999把刀具。双击空的条目位置，可打开刀具创建对话框，此对话框用于创建和修改刀具，一旦刀具信息已输入并关闭了对话框，一个可以见到刀具类型和刀片宽度的刀具条目将建立在刀具列

表中。要检索已建立的各种刀具，可单击位于刀具列表顶部和底部的卷标箭头，如图 4-3 所示。

列表中的刀具可随时重排，即使操作已经建立，也不需要重新生成操作。要重排刀具顺序，点中要移动的刀具条并拖到插入点，系统将自动调整操作以对应刀具顺序和刀号的改变。

在建立工件的过程中可以随时修改刀具参数。但是如果已经建立了使用这把刀具的操作，这些操作必须重新生成。要重新生成操作，双击操作列表中的操作条，并单击“重做”按钮。此操作将按照新的刀具规格生成刀路。

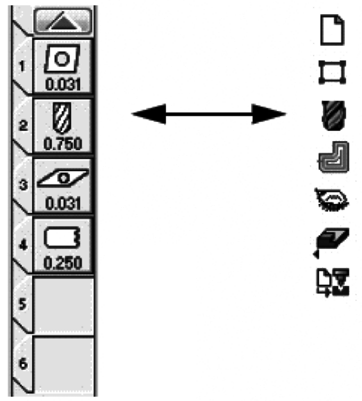


图 4-3　刀具列表

4.2.2　车刀对话框

要定义车刀，必须在文档对话框中选定车床类型。用图 4-4 所示的刀具创建对话框来创建一个基本的车刀。以下是对话框中每一项的讲解。

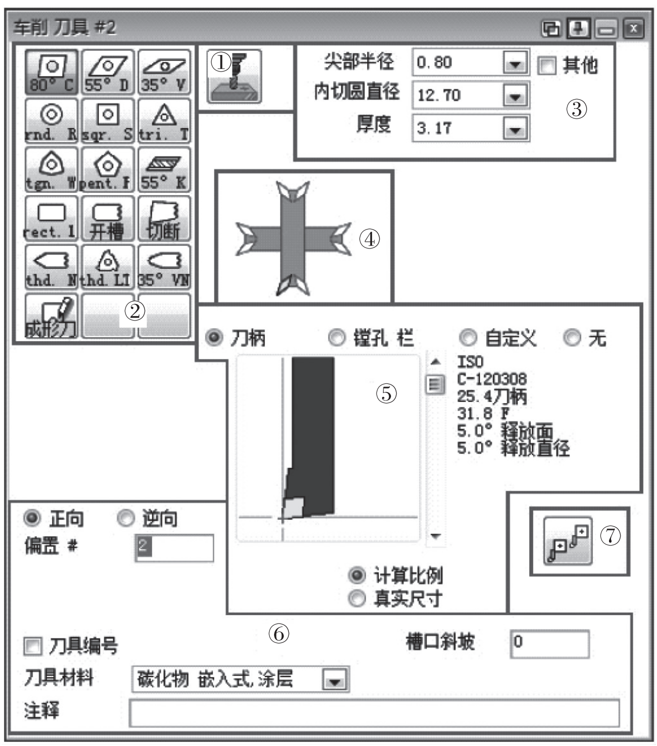


图 4-4　车刀定义

1—刀具类型　2—刀片类型　3—刀片规格　4—刀片方向图框
5—刀柄定义　6—刀具选项　7—刀塔移位

刀具类型：此按钮用来选定铣刀或车刀。铣刀只能用于端面钻孔功能，除非你安装了车铣或多任务加工模块。

刀片类型：此区域用来选择刀柄所使用的刀片类型。刀片规格项依所选刀片改变。下面是一个刀片类型及规格列表。在多数情况下，单击“其他”会显示出不同的选项。预备选项列在“其他”后面，还有附加的更改记录。每个选项的详细讲解参见刀片规格项说明部分。

80°菱形刀片（80°C）：顶部半径，名义直径，厚度，其他。

55°菱形刀片（55°D）：顶部半径，名义直径，厚度，其他。

35°菱形刀片（35°V）：顶部半径，名义直径，厚度，其他。

圆刀片（rnd. R）：顶部半径，厚度，夹角，其他。

方刀片（sqr. S）：顶部半径，名义直径，厚度，其他。

三角刀片（tri. T）：顶部半径，名义直径，厚度，其他。

三角刀片（tgn. W）：顶部半径，名义直径，厚度，其他。

五角刀片（pent. P）：顶部半径，名义直径，厚度，其他。

55°平行四边形刀片（55°K）：顶部半径，名义直径，厚度，其他，长度。

矩形刀片（rect. L）：顶部半径，尺寸，厚度，其他，选中“其他”用刀片长度（L）和宽度（W）替代尺寸。

键槽刀片（groove）：顶部宽度，顶部半径，刀片宽度，满半径，偏差补偿，其他，选中“其他”长度替换满半径。

切断刀片（cut off）：顶部宽度，顶部半径，面角度，其他，长度。

键槽样式螺纹刀片（thd. N）：样式，TPI，刀片宽度，刀片类型，其他，选中“其他”去掉 TPI 选项并用长度替换刀片类型。

样式螺纹刀片（thd. LT）：样式，TPI，IC。

35°仿形键槽样式刀片（35°VN）：顶部半径，宽度，厚度，其他，长度。

成形刀：厚度，进入/退出角度。

刀片规格：此信息根据所选择的刀片类型而改变。每个弹出菜单将限制随后弹出菜单中的可选项。例如，选择“顶部半径”将限制内切圆和厚度的可用数量，选择“IC”将更多地限制厚度的可用数量。在刀柄图框中，这些设置限制刀柄和钻杆的可用数量。如果没有刀柄和钻杆可用，将自动选择为“无”。当选中“其他栏”，用户可以输入他们想要的任何刀具规格；当选择了“其他”，刀柄图框自动设置为“无”，如图 4-5 所示。

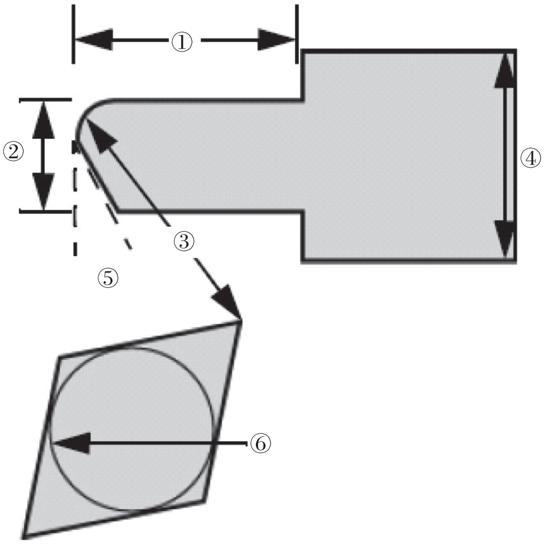


图 4-5 定义刀具

1—刀尖长度 2—刀尖宽度 3—刀尖半径

4—刀片宽度 5—面角度 6—内切直径

直径补偿：T 顶部逼近的角度，更改对端面补偿有影响。

进刀/退刀角度：切削前后刀具进入材料和离开材料的角度。

面角度：刀片切削面的角度。

端面补偿：刀片逼近的角度，更改对直径补偿有影响。

满半径：当激活此选项时，将限制键槽刀片必须具有满半径顶部。

IC：刀片的内切圆，刀片的有效尺寸。

夹角：用于定义切削接触点并自动计算面补偿和直径补偿。

内切直径：刀片的内切圆直径。

刀片类型：刀片的类型。

刀片宽度：刀片的宽度。

长度：刀片的长度。

其他：如果激活此选项，刀片规格将从弹出菜单转换为文本框。刀具刀柄的类型自动设置为“无”（尽管可能有可用的刀柄或钻杆）。

尺寸：矩形的 IC 尺寸。如果此刀片类型的“其他”选项是激活的，需要输入刀片的长度和宽度以代替“尺寸”。

厚度：刀片的厚度。

顶部半径：刀片顶部的半径。

顶部宽度：刀片顶部的宽度。

TPI：图样要求的每英寸螺纹数。

样式：刀片的螺纹样式。

宽度：刀片的宽度。当顶部宽度与刀片宽度相等时使用。

成形刀具：系统支持用户自定义成形车刀。与铣刀不一样，成形车刀必须是封闭形状。注意确认用工件的原点建立形状。原点作为刀具的切削接触点，此刀具的后置输出即相对于此点。在刀具图框中，此切削接触点用红十字表示，如图 4-6 所示。

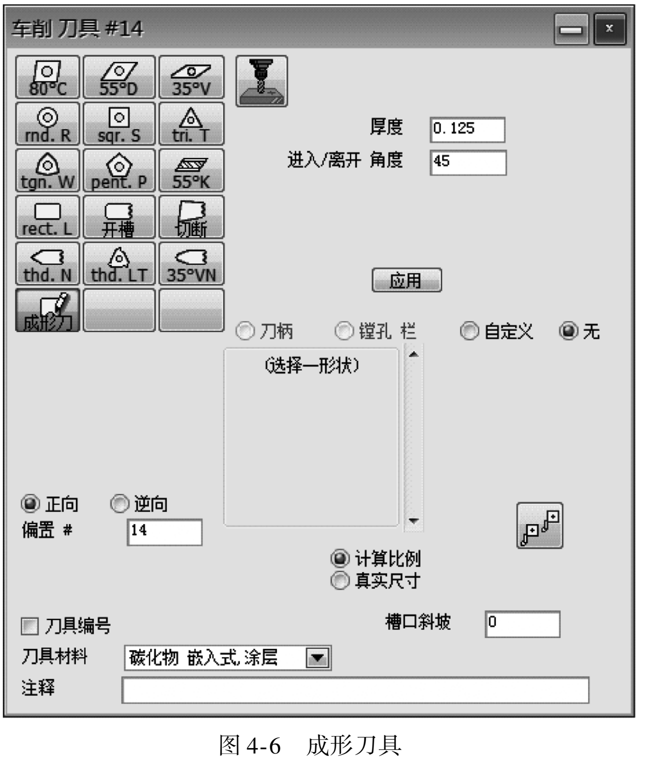


图 4-6　成形刀具

建立成形刀具步骤：

1）建立轮廓图形，考虑切削接触点。

2）选择图形（双击它）。

3）建立一把新刀具，指定它是成形刀具。

4）单击“应用”按钮。

刀片方向图框：此图框用于指定刀片在刀柄或钻杆中的方向。改变此信息不影响对话框中的其他可用项，但会改变刀柄图框中绘图的方向，如图 4-7 所示。

刀柄：此选项将显示对于指定的刀片类型和尺寸可用的刀柄，以及机床刀套尺寸。

钻杆：此选项将显示对于指定的刀片类型和尺寸可用的钻杆，显示所有的刀套尺寸。

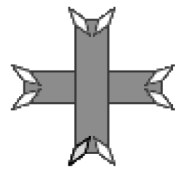


图 4-7 刀柄方向图

用户刀柄定义：此选项仅当你需要建立自定义刀柄形状时使用。刀柄可以通过几何轮廓定义（类似于建立用户自定义刀具形状），也可通过刀柄的实体模型或数值定义。默认的刀柄设置为“无”，即无可使用的刀柄。要使用一个图形形状，选中图形，选中轮廓并单击“OK”。要使用实体模型，选中实体，选择实体选项并单击“OK”。“应用到所有选择的刀具”项将当前刀柄定义应用到目前选定的所有刀具条。单击“显示实体”按钮将显示当前设置的刀柄的实体模型，单击“生成外形”按钮将根据自定义刀柄定义创建一个几何外形，如图 4-8 所示。

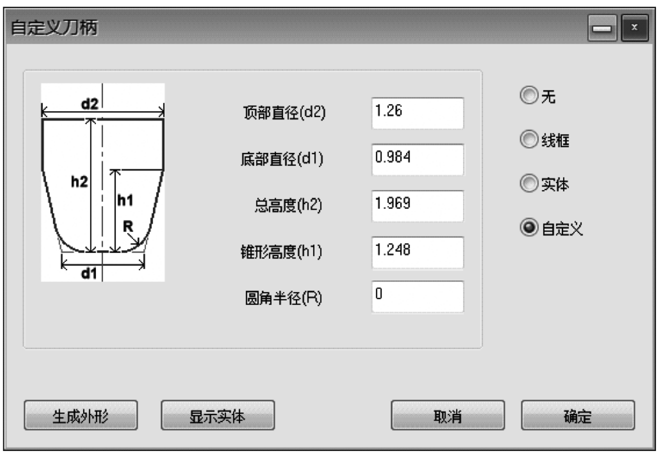


图 4-8 自定义刀柄

无：如果“无”被选择，将绘制无刀柄的刀片。如果数据库中对于所选的刀片没有可用的刀柄或钻杆，则自动选择此项。面和直径补偿角度必须输入。十字记号指示刀片切削接触点。刀柄图框下的单选项指定是以实际尺寸还是以适合图框的尺寸显示刀柄。

刀具图框：刀具图框提供关于切削接触点和刀片所使用的刀柄或钻杆类型的信息。当软件数据库中无对应刀柄时使用“无”。使用卷标卷动可用刀柄的列表。刀柄的选择通常决定了直径补偿和面补偿角度。刀片上的红圈显示切削接触点位置。刀柄图框下的单选项指定是以实际尺寸还是以适合图框的尺寸显示刀柄。

刀柄规格：详细信息在显示刀柄数据的图框的右边。

正转/反转：选择正转，主轴以标准方向旋转；选择反转，主轴以反方向旋转。

偏置#：通常，刀具偏置号取决于它在刀具列表中的位置。此处允许用户以不同的数字替代默认值。

偏差补偿：如果选中此选项，对所有用此刀具生成的轮廓车和粗车的刀路，将在刀路中发生偏移的每个位置包含激活刀具补偿的指令。这样用户在使用这把刀具时可以精确调整出现的偏差。

偏置#：当使用偏差补偿时，这是我们将在该指令行结束后开启的偏置号。

刀 ID #：可以输入你想要的刀具 ID，替换默认的刀具列表位置。

刀片材料：这是指定刀具材料的弹出菜单，此信息被材料数据库用来作为确定进给和转速的另一要素。车加工工件的默认设置是带涂层的硬质合金刀片。

凹槽阶梯：在刀具对话框中选择凹槽阶梯数量，刀路将交替添加阶梯值：一行有，一行没有。在粗加工操作中，这样将减少第一刀的切深，在下一刀增加。请确认阶梯值小于切深（“凹槽阶梯”不能用于键槽、切断或螺纹刀具）。

注释：注释跟刀具关联。在使用此刀具的操作的 NC 代码开始处输出。

刀塔移位：激活刀塔移位用来指定刀具的预置点，也可用来对每把刀具设置不同的刀具更换点，如图 4-9 所示。

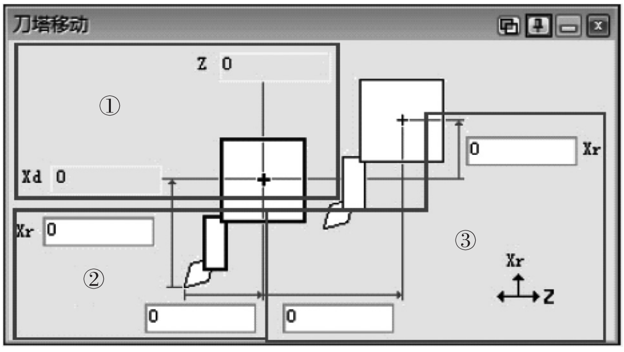


图 4-9　刀塔移位

1—默认刀具更换　2—预置点　3—刀塔移位

刀具更换默认点：这是参照文档控制对话框中的设置。

预置点：此信息仅对一些老机床是必需的。两个空格用来输入从预置点到默认刀具更换点的 Xr 和 Z 距离。它们是绝对值。这些值对每把刀具是唯一的。相对于现场，这个功能对于在办公室使用 GibbsCAM 预先编制 G50 偏移程序更有用。

刀塔移位对话框：此对话框用于指定从刀具预置点（切削接触点或合理刀尖点刀塔移位对话框）到刀塔中心，也可用来设置每把刀具不同的刀具更换点。

4.2.3　刀具偏置

粗车或轮廓车时，系统根据刀片顶部半径计算刀具偏置量。这是刀路的最后一行（轮廓车只有一行）从所选的工件轮廓偏置的量。如果此程序设有余量，余量将加入到刀具半径偏置。

在【文件】→【预设置】→【加工预设置】对话框中有针对铣和车操作控制 CRC 类型

的选项。建议选择刀具中心项。因为这是系统显示刀路的方式，而且轮廓刀具补偿设置不影响切削工件的渲染图像，它只对后置输出有影响。

选择刀具中心项时，生成的后置代码的数值是从几何图形偏移出一个刀尖半径（如果余量为0）。推荐在预设置中使用刀具中心。选择刀具边缘项时，生成的后置代码的数值与图样尺寸一致。

粗车操作始终是用刀具中心进行计算。如果预设置中选择了刀具边缘项，在所有粗车操作中 CRC 将被关闭。

使用刀具中心时，在控制系统的 CRC 记录值应是实际刀片的刀尖半径与系统编程中的刀片刀尖半径之间的差值。如果两者是相同的，那么 CRC 偏移值应为0。如果实际的刀片要小一些，可以使用负值。

用刀具边缘时，CRC 记录值必须是整个刀具半径。你还需要一个支持刀具边界输出的后置处理器。如果后置不支持，系统会提醒你后置不匹配。

当使用精车轮廓时，输出的路径是沿着所选几何图形的轮廓。CRC 记录值必须包含整个刀具半径加上要求的余量。

警告：本系统比目前使用的大多数数控系统能更好地处理刀具偏置。不管使用哪种预设置，显示的刀路轨迹和工件渲染均使用系统的偏置机制。因此，可能在工件渲染时看起来很好，而用后置代码时会出现问题。如果控制系统的偏置机制不如系统先进，它产生偏移值时有可能会发生错误和干涉。

4.2.4　刀具列表摘要

从【窗口】菜单选择刀具列表摘要，将显示刀具列表摘要对话框，以电子表格的形式显示刀具列表中每把刀具包含的信息。对话框中的信息可保存为文本文件或打印输出。要把摘要保存为文本文件。在【文件】菜单下的【保存特殊】子菜单中选择刀具列表摘要项。要打印摘要，在【文件】菜单下的【打印】子菜单中选择刀具列表摘要项，如图4-10所示。



图4-10　摘要列表

4.3　加工

4.3.1　加工概览

单击“加工”按钮将弹出过程列表、加工面板和操作列表。过程列表用于建立执行切

削形状的一系列操作组。加工面板包含功能条，用来与刀具条结合建立过程条。过程列表是一个“过渡区域”，用来生成含有切削工件刀路的最终操作。当完成一个操作并放置到操作列表中时，过程列表中的项目可以丢弃或利用不同的切削形状再生成。操作列表中包含后置处理要输出的全部操作。

4.3.2 创建一个操作

在过程列表中的所有条目都被用于选择的几何对象。通过拖动加工面板中的功能条和刀具列表中的刀具条到过程列表的相同位置来创建一个过程条，可以用任意顺序拖动它们。当完成一个过程条建立后，会出现一个针对所选加工功能的过程对话框。此对话框包含关于如何创建操作的刀路的详细信息，如图 4-11 所示。

要用同样的加工方式定义多个过程，按住 Alt 键拖动加工条覆盖任何所选择的过程条。这样将应用这个加工过程到所有选取的条。

轮廓车和粗车功能要求选择几何对象作为操作的切削形状。用加工标记来标记几何图形中选中的部分，作为建立刀路时的加工形状。加工标记将出现在选中的几何图形上。如果使用钻和螺纹功能，则建立操作不需要几何对象。

输入过程对话框的信息后，在图形的正确位置放置加工标志。加工标志不用于钻孔和螺纹车功能。单击“执行”按钮将建立操作，操作将放置在操作列表中。如果选中已完成的操作，“重做”按钮被激活。单击“重做”按钮，则选中的操作被新的操作替代。单击一个空的操作位置或两个操作之间的插入点，将取消所有对操作的选择。

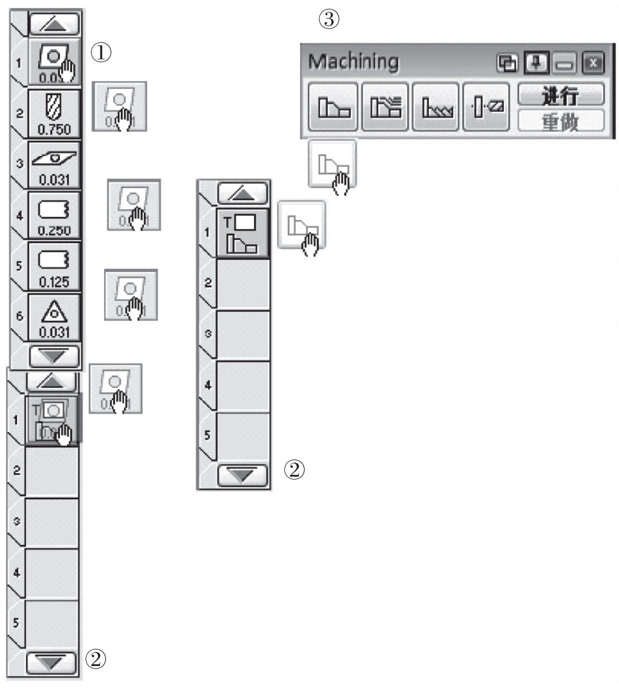


图 4-11 选择对象

1—刀具列表 2—过程列表 3—CAM 面板

操作包含完成的刀路，刀路由刀具产生的实际运动组成。基于切削形状，后置处理使用包含在操作中的数据生成 G 代码。

多刀具拖动：拖动多把刀具有两种方式可以考虑。首先，选中多把刀具（按住 Shift 或 Ctrl 键单击）并拖到加工面板，刀具将填充在所放置的任意位置。如果该位置有加工条，它们将组装在一起。如果加工条是空的，在所放置的任意位置（包括条目之间，假如放置在插入点）刀具将组装在一起。如果拖动刀具到加工条上面时按住 Alt 键，刀具将组装所有选中的条目。按住 Alt 键可以一次性组装多把刀具与过程条。

4.3.3 什么是切削形状

切削形状被用来生成刀路。它没有画在屏幕中，但作为刀路去除材料后留下的最终形状，

能够被显示。切削形状（非原始的几何形状）用于建立刀路，因为仅根据图样几何形状设计刀路常会发生干涉。软件自动生成切削形状。在建立切削形状时，各种规格和限制被考虑到。

加工标志（起点和终点以及起始和结束特征标志）允许用户指定图形的一部分（或整个形状）作为切削形状的初始外形，然后系统考虑加工中使用刀具的物理特性，比如刀片类型、刀柄、补偿规格等。为避免在使用刀具到被加工的切削形状时产生干涉的可能，过程对话框中的输入信息进一步对切削形状进行控制，比如进/退刀半径、毛坯形状、轴等。系统使用切削形状的概念，而不必为了避免干涉工件去为不同的操作建立不同的图形。

4.3.4 多过程设计

在进行多过程设计时，在轮廓车或粗车对话框中激活“仅材料”选项是很有用的，可以确保“无空切”。选中时，系统对刀路进行优化，仅在有材料需要去除的地方作进给运动。系统根据之前操作的切除情况来考虑目前状况，包括那些在同一过程列表中的操作。

4.3.5 修改一个操作

双击操作列表中的一个条目，将重建过程列表的所有信息。单击“执行”按钮也将选择图形并正确地放置标记。所有与所选操作同时建立的操作也会被选中，它们的信息也将位于过程列表中。完成修改之后，单击“重做”按钮，将在操作列表中用新建立的操作替代所有选择的操作。

4.3.6 加工面板

加工面板中的每个条目都有不同的功能。轮廓车功能用于产生一条单行的精车刀路。粗车功能用于产生多行刀路。螺纹功能用于产生各种螺纹。钻功能用于在 X =0 处钻孔。

最终的 NC 程序的加工顺序与操作列表一致。这意味着操作条在操作列表中的顺序非常重要。有效利用多过程设计可以生成“尽可能优化”加工顺序的操作。操作列表可以重新组织。无论是刚建立工件时还是已完成加工工件的所有操作后，单击操作条右键弹出菜单中的操作分类菜单项，根据刀具号重排操作。在同一个过程列表中的操作将保持它们的顺序，以确保精加工刀路不会移到粗加工刀路之前。通过移动条目到不同的位置，操作列表也可以进行手动排列。

在重组操作列表以建立更优化的加工顺序时，还应考虑其他一些因素。当使用“自动间隙”或“仅材料”选项时，系统参考材料形状建立定位移动和刀路。改变操作的顺序可能改变现有操作原来的材料形状。如果操作的顺序改变，或在列表中增加或移除操作，应检查刀路和定位移动。通过渲染工件检查是否有刀具干涉和不必要或错误的定位移动，是检查是否需要修改刀具运动的好方法。如果需进行调整，必须重新生成操作。在工件文件中重新生成所有操作很简单，使用【编辑】菜单下的“重做所有操作”项，操作重新执行时，系统基于操作的新的顺序重新计算所有刀路和定位移动。

4.4 工艺

当工具目录中的加工和刀具图标放置到工艺目录位置时，屏幕上会出现工艺对话框。在

加工工艺对话框下有四种类型加工功能。下面对每一种工艺进行介绍。

4.4.1 轮廓加工

轮廓加工的加工对象是单一的外形轮廓。当加工功能和刀具功能结合起来，就会出现程序参数对话框，如图 4-12 所示。

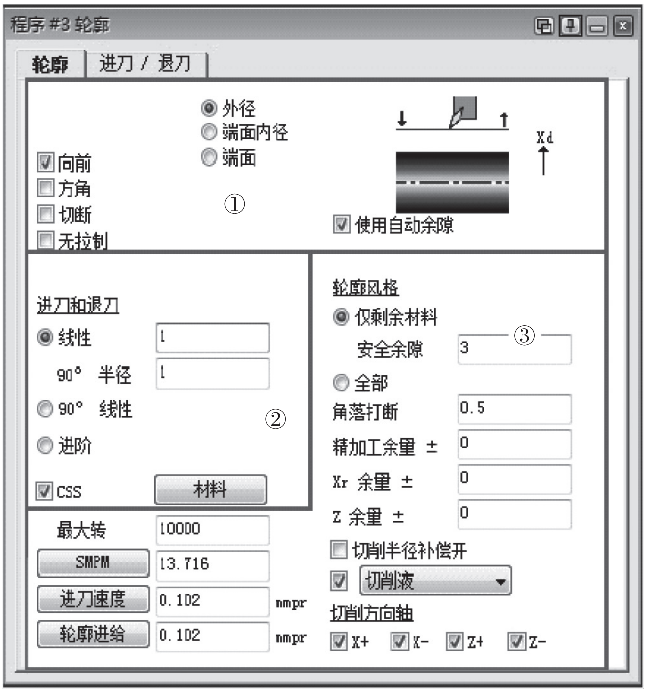


图 4-12 轮廓加工

1—轮廓切削选择 2—轮廓进入和退出 3—轮廓外形

1. 轮廓切削选择

逼近形式：这应该是选择工艺对话框的第一个选项。“逼近形式”选项是指定刀具逼近工件的轴（Z 或 X）。“OD” 和 “ID” 选项是指刀具沿 X 轴逼近和退出，“外表面” 选项要求刀具沿 Z 轴逼近和退出。同样，选择另一选项将在中间部位出现间隙图表的工艺对话框。

间隙图：这个图将依赖逼近形式选项和间隙选项文件对话框而改变。逼近形式选项将改变轴的方向。

如果在文件对话框选择自动间隙，这个图在间隙位置的值将不能设置，因为它们可以自动计算出基于自动间隙上的值。进刀间隙指进刀操作开始点前刀具快速移动到的范围位置。退刀间隙位置指在完成刀路轨迹操作后刀具可以快速退刀的位置。分别在工件上用两个不同方向的箭头符号标记进刀和退刀。

切削方向：这指刀具沿着指定的切削形状移动的方向。如果选择“切削方向”选项，刀具将从加工标记指定的切削形状的开始点移动到终止点。如果选择“反向”选项，刀具会从指定的切削形状的终止点移动到开始点。

尖角：这个选项决定切削形状外部的角落。如选择此选项，系统不会在切削形状的角落

增加半径移动。相反，当在倒角且将离开要完成的形状时，刀具仅仅作尖角移动，这样可能造成角落的毛边。如果不选择这个选项，当刀具停留在与工件接触的地方系统会自动进行半径移动。

无拉制：指如何加工轮廓。如选择这个选项，选择的切削形状自动分割成段，将沿着插入的正角方向切削，如图 4-13 所示。

偏差补偿（开槽刀具）：偏差补偿（开槽刀具）通过选择“无拉制”选项，你可以指定刀路的偏差补偿数量。刀具的运动是改变偏差补偿的效果。这将打断一个轮廓成（可能）几个刀路轨迹，因此在前进的方向总是插入切断。这排除了阻力或切断从背面插入。



图 4-13　无拉制

切断：检验栏使用的是切断刀具。如果后置处理器是用户定义，选择此选项将引发后置处理器输出从材料上切除工件的任何特殊必要代码。

2. 轮廓进刀和退刀

进刀和退刀选项能创建额外的运动。如选择第一个选项，指定 90°的圆弧半径将被增加到刀路轨迹上。这个圆弧将和起始面上的开始点相切。如果在文本框中输入值，指定线的长度创建相切圆弧。同样，如果选择半径值为 0，将不会与此线垂直，而是平行的。如选择第二个选项，指定在切削形状上增加线的长度，这条线将与起始面上的开始点垂直，如图 4-14 所示。

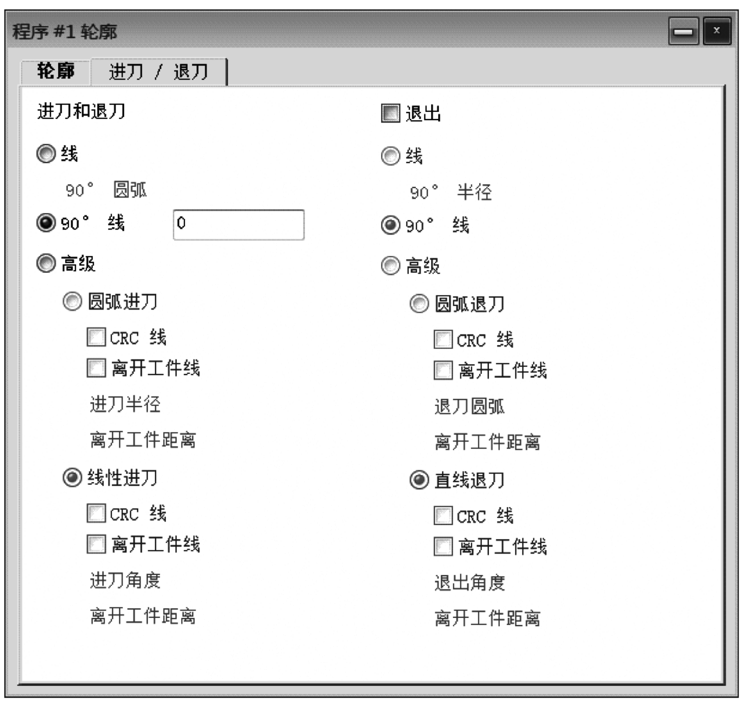


图 4-14　轮廓进刀和退刀

选择高级选项使用切入/退出表定义切入和退出移动。这里的类型和设定与铣削的切入/退出相类似，除了车削中没有 Z 斜向运动外。你可以单独定义切入和退出的运动方式。选中

退出选项从而激活退出运动设定，可以采用默认的设置或者进入高级选项。

圆弧切入/退出：选择这个选项是指以圆弧切入/圆弧退出。

CRC 线：允许激活刀具半径补偿产生一条线。根据你给出的加工参数，这条 CRC 线可以相切或垂直。

离开工件线：离开工件线产生在 CRC 线后，并在工件上产生一进给（退刀）线。

切入/退出圆弧：确定以半径切入/退出。

离开工件距离：这个参数决定系统需要跟随切入/退出的圆弧半径有多远。如果这个值等于切入/退出的圆弧半径，则结果是一条 90°的曲线。

直线切入/直线退出：直线切入/直线退出将根据自定义角度。这个切入或退出轴垂直于零件表面。

3. 轮廓类型

选择轮廓类型会影响由当前操作创建的刀路。如果选择“只有材料”选项，当操作一个刀路路径时，系统会考虑当前毛坯状况，包括自定义毛坯规格。当选中“只有材料”选项时，这个刀路轨迹只会在之前操作中，机床没被加工到的范围内进给。系统会保留先前操作中材料移除时的轨迹，提供“无空刀切削”将产生基于当前刀路轨迹的信息。

因此，操作顺序直接影响工件的切削。如果改变或增加（或减少）操作顺序，所有的操作将重新计算。重新编辑所有操作项目菜单，在工件上更容易再生所有的操作。

间隙值是指在操作中系统用来计算刀具相对于材料安全退出的偏移值。如果刀具在间隙范围内，才允许进给移动。

“完全”选项给使用者更多控制刀路轨迹的创建，当选择“完全”选项时，选择加工标记的开始点到结束点指定切削形状产生刀路轨迹。

圆角暂停：在文本框中指定一半径值将放在选择切削外形每一个急转弯圆角外，如果这个值为 0 将在圆角不停止，但是会保持刀具和工件的接触并移动到下一个功能。注意：圆角暂停仅仅用于没有选择直角圆角时。

精加工余量 ±：精加工余量指刀路轨迹完成后切削形状（所有曲面）上的最小余量。

Xr 余量：Xr 余量指允许用户任意指定 X 轴的最小余量，指切削形状沿 X 轴剩下的材料。

Z 余量：Z 余量指允许用户任意指定 Z 轴的最小余量，指切削形状沿 Z 轴剩下的材料。

切削半径补偿：是否开启或关闭切削半径补偿。GibbsCAM 在一些规则的时间和地方产生 CRC 标记。机器可能在安全广阔的范围内选择这些规则，这意味着特殊的机床可以处理不同的 CRC 规则，我们将不需要在所有的案件上产生默认的标记。这是一个主要的 CRC 规则圆弧例子。

GibbsCAM 主要有以下几种描述：

1）在圆弧切入前，CRC 在切入移动上激活。如果没有圆弧切入，CRC 上圆弧将激活。当使用 CRC 没有线性移动时，GibbsCAM 会报警告诉最终使用者。一般来说，我们认为在一个无效的情况下 CRC 在圆弧上激活，因为它在圆弧上不能正确地切削。

2）在圆弧退出前，CRC 在退出移动上激活。如果没有圆弧退出，不激活 CRC 在深度方向移动。此外，当用户不使用线性移动时 GibbsCAM 会报警。一般来说，我们认为在一个无效的情况下 CRC 在圆弧上不激活，因为它在圆弧上不能正确地切削。

3）有些操作有选项延迟 CRC 激活直到刀路的最后（粗加工加上一步精加工刀路），规则 1 和 2 将只会被应用到精加工刀路。

对于旧的刀路轨迹，GibbsCAM 仅仅遵循规则 1 和 2，无标记将插入更多的快速刀路轨迹。

冷却液：A 在加工中是否使用冷却液。喷出标准冷却液选项，可以在程序后置处理里自定义其他冷却液选项。

CSS（恒线速度）：选择 CSS 选项将激活恒线速度。CSS 将导致主轴 RPM 不断改变的基础上刀具直径使用 SFPM。

最大转速（RMP）：最大转速是用来设置主轴最大转速的上限值。如果关闭 CSS，主轴转速用指定的 RPM 值。

如果安装切削材料数据库，选择材料的基础上 SFPM 和进给值可以自动计算。为了计算出这些值，在框中输入适当的值，必须选择 SFPM 和进给按钮。如果没有材料选项或没有安装切削材料数据库，用户只能手动输入进给和速度。

切入进给：选择切入进给按钮，软件将根据材料数据库来计算。或者你可以输入值通过手动来计算，给出切入进给输出刀路 G 代码。

轮廓进给：在材料类型上选择使用切削数据，这将计算出最佳的进给速度。

切削方向轴：T 切削方向轴复选框允许用户调节轴和方向的切削形状。取消选择轴将预防切削形状在轴方向移动。默认设置将会选择所有的轴。

4.4.2 粗加工程序

粗加工程序使用在切削形状上的多个切削过程。当粗加工功能命令和刀具命令结合时，就会出现程序对话框，如图 4-15 所示。

1. 粗加工选项

逼近方式：逼近方式选项指刀具沿（Z 或 X）轴逼近零件。外径和端面内径切削选项指刀具沿 X 轴逼近和退刀，当选择端面命令刀具沿 Z 轴逼近和退刀。同样，选择任何一个命令都会改变出现在程序对话框右角的间隙。

切削方向：这个命令指刀具的方向沿指定的切削形状移动。如果选择正向选项，刀具从选择切削形状指定加工标记的开始点向终点移动。否则，刀具将从选择切削形状的终点向开始点移动。当选择往复式选项，在每一个刀路轨迹开始如果没有快速，刀具将两个方向切削。

开始处伸长：这个选项允许你在每一个粗加工中设置一个额外的开始距离，可以帮助保证刀具从材料外进给移动。

2. 粗加工类型

粗加工类型指当前程序使用粗加工循环类型。有三种粗加工类型，分别是车削、插入、轮廓仿形。每一个粗加工类型有相应的间隙。插入和轮廓仿形选项会弹出相应的对话框，为选择的粗加工循环提供更多的信息。以下详细介绍每一个粗加工类型信息。

车削：当选择车削选项，必须输入切削深度值，指定深度刀具在每一个粗加工过程进行切削。根据逼近类型的选择，切削深度将是任意一个 Xr 或 Z 值。请注意，开槽斜面（刀具设置对话框）将减小切削深度，下次增加。请保证斜面值比切削深度小。

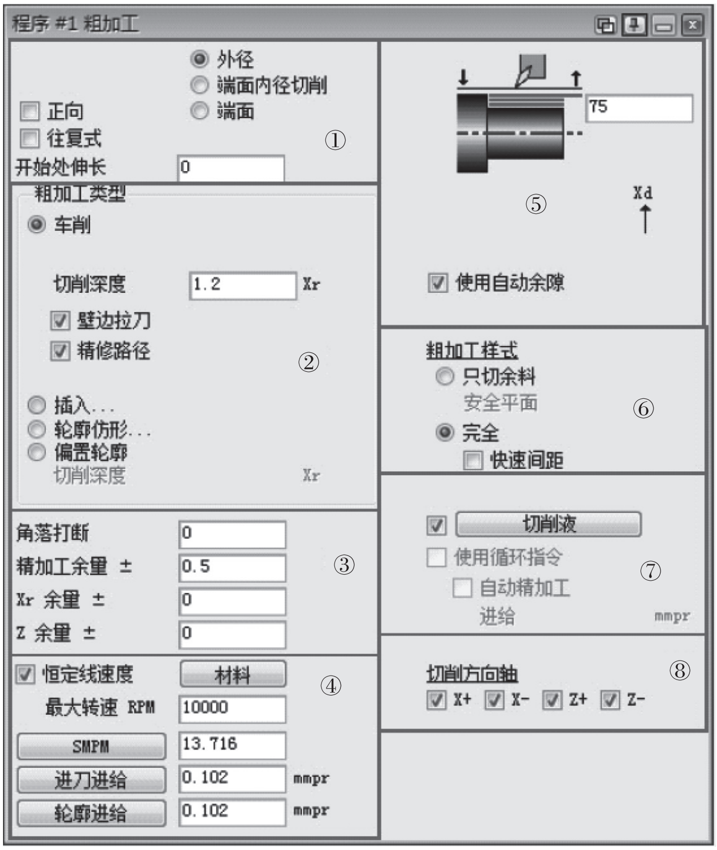


图 4-15 粗加工

1—粗加工选项 2—粗加工类型 3—材料选项 4—粗加工进给和快速

5—间隙图 6—粗加工样式 7—切削液 8—轴切削方向

壁边拉刀：选中这个选项将会改变刀具脱离壁面，而不会直接拉刀加工壁面。它将会产生阶梯形刀路，因为刀具在遇到壁面时离开退刀。

精修路径：精修路径将会返回并去除壁面拉刀留下的剩余材料，如图 4-16 所示。



图 4-16 通过壁面拉刀和精修路径产生的刀路

插入：当选择插入类型，下列出现标准粗加工对话框，如图 4-17 所示。

插入对话框：这个对话框允许用户输入插入粗加工循环的规格。插入角度指开槽刀具进入工件的角度。这个默认的插入角度 270°，因为刀具直接向下插入。切削宽度有两个选项。

当选择精确的选项，用户在Z输入一段距离，这是刀具在每次结束插入的步聚。如果必要的话，计算选项将改变切削宽度，因为刀路轨迹终点选择切削形状的几何特征。当选择中心向外切削时，刀具将在第一个槽的中心插入，然后粗加工每一个面。选择多重路径选项，执行"宽度优先类型插入"。插入类型选项是指当零件开始插入粗加工操作时允许用户选择刀具离开的类型。插入类型选项包括插入、啄钻全退回、啄钻退回，下面将详细描述。

插入：这个选项指首次插入将从间隙位置到凹槽底部连续进给移动。首次进给的百分值是指程序设置进给速度的百分比。

仅在首次插入：因啄钻全退回和啄钻退回，为了合适的首次插入你可以指定这些选项。

啄钻全退回：这个选项指第一次插入加工是啄钻，用户定义一个啄钻值和间隙值。因为是啄钻全退回，在每一次啄钻后，刀具会退出槽外面到间隙位置。刀具在进入零件并开始从剩余的材料啄钻移动一个间隙距离。

啄钻退回：这个选项同样也是指第一次插入加工是啄钻，啄钻值可以再定义。此外，用户定义退刀量是指刀具完成真实切削路线后远离工件。

轮廓仿形：这个对话框允许用户输入规格的轮廓仿形粗加工循环，Xr轴切削和Z轴切削值是指通过每一次粗加工远离材料的值。每一轴的切削量不一定相同，如图4-18所示。



图4-17　插入对话框

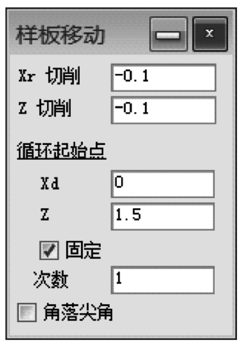


图4-18　仿形铣参数

如果完全选择的是粗加工类型，用户必须输入一个循环起始点并指定循环的次数。循环起始点是指在样板移动粗加工类型相同刀具使用的开始点。这个点应该在零件上。选择固定选项，指每一过程后刀具返回到循环开始点。当这个选项没有选择时，每一过程后刀具将返回到循环开始点的负Xr切削值和负Z切削值。这个过程值指在程序中切削必须移除的材料值。

如果选择角落尖角选项，系统将在切削形状的角落不增加半径移动。相反，当进入角落周围或离开接触完成的形状时，刀具仅仅作尖角移动，角落可能会创建毛刺。如果不选择此选项，当在圆角周围移动时，系统总是会停在与工件的接触点。

偏置轮廓：这个类型的粗加工过程是沿零件轮廓外形而产生的，每个过程利用减少偏移。当得到最终的轮廓外形，它适用于所有的粗加工过程。这个有利于全部过程，每一过程相对于材料的移动值都是一致的，不像其他粗加工类型，可以沿着零件轮廓不同的位置相交。如果任何一个切削是薄的量完成材料的移除，这些材料可能发生磨损和断裂，所以材料要更加硬是最重要的，如图 4-19 所示。

3. 间隙图

选择不同的选项，间隙图将有所不同。在文件对话框选择逼近类型。如果选择“间隙”选项，系统将自动计算出间隙位置；如果没有选择“间隙”选项，用户必须输入进刀和退刀位置，使用哪个取决于不同的方法类型。

自动间隙值文件对话框禁用切入和退出间隙位置因为它们是普遍处理的。

在粗加工样式下选择“只切材料”，在图片上将显示进刀和退刀位置。进刀间隙位置是指在进给前刀具快速移动到开始点。退刀间隙是指完成刀路轨迹后刀具快速退刀的位置。两个盒的箭头分别为向零件靠近和远离。进刀间隙位置和退刀间隙位置输入值的改变取决于逼近类型的选择。

毛坯开始位置指首先将切削位置计算出来。如果在粗加工样式下选择“完全”选项，这个位置必须指定（代替只切材料）。切削深度是第一次切削位置的移动值。如果选择“完全”选项下的快速间距，刀具将快速移动，否则它将进给移动，如图 4-20 所示。

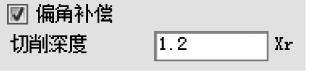


图 4-19　轮廓偏移参数

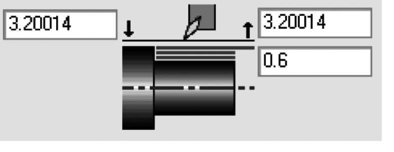


图 4-20　最大毛坯量

进入间隙位置是指在每个过程间刀具退回来的位置。利用这个值的改变取决于选择的方法类型。利用输入的值改变退刀间隙位置取决于选择的方法类型。

在粗加工样式下选择“完全”选项时，必须指定 X 毛坯的开始位置。当选择啄钻完全退回或啄钻退回时，这个位置将使用“第一次插入”选项。在这种情况下，输入值第一个啄钻点将计算出来。这个轴的改变取决于选择的方法类型。

4. 粗加工样式

粗加工样式影响当前刀路轨迹的创建。如果选择“只有材料”选项，在创建刀路轨迹时，系统会计算当前材料的状况，包括定义的材料规格。如果没有选择“只有材料”选项，该刀路轨迹仅在进给区域未加工前进行操作。系统可以保持材料切除前的操作轨迹并在信息下产生当前刀路轨迹，防止“空切削”。

间隙值是指系统用来计算刀具在操作间从哪里可以安全快速退刀到零件几何的偏移量。如果刀具在间隙值范围内，只允许进给移动。这个间隙值将沿着自动间隙值创建必要的进刀和退刀移动。

“完全”选项为用户提供更多控制刀路轨迹的创建。当选择“完全”选项时，刀路轨迹仅仅产生进给，选择切削形状从指定加工标记的开始点到终止点。如果“快速步进”选项是开放的，刀具将在每个过程间快速移动，否则刀路轨迹的移动将变成进给移动。

5. 材料选项

角落打断：是指圆角半径将放置在每个选择切削形状的尖角外面。如果这个值是0，将不会倒角，但保持刀具与工件的接触，并移动到下一个功能。倒圆角仅仅计算出旋转和样本移动粗加工循环。

精加工余量：精加工余量指完成刀路轨迹后切削形状上预留材料的最小值。精加工余量在循环车中影响刀路轨迹。

Xr 余量 ±：Xr 余量值允许用户定义在 X 轴的余量。

Z 余量 ±：Z 余量值允许用户定义在 Z 轴的余量。

6. 粗加工进给和转速

CSS（恒定线速度）：选择 CSS 选项将使用恒定线速度（CSS），CSS 将发生主轴 RPM 不断的改变。如果关闭 CSS，最大 RPM 设置是用来改变主轴转速安全上限，主轴转速使用指定的 RPM 值。

如果切削数据材料库已安装，基于选择材料上 SFPM 和进给值自动地计算。选择 SFPM 和进给按钮并输入适当的值来计算这个命令。如果没有材料选项或没有安装切削数据材料库，用户必须通过手动输入进给和速度。

进刀进给：单击“进刀进给”按钮，软件将计算基于材料数据库的这个值。或者，不考虑计算的值，你可以手动输入你自己的值。这个进刀进给可以写入刀路轨迹输出的 G 代码中。在刀路轨迹中这个值影响每个潜在的进给移动。

7. 冷却液

喷出：这是标准的冷却液选项，另外冷却液选项可以用到定义的后置出器。

使用循环指令：如果车床编程能够处理循环指令，使用循环命令将输出粗加工循环指令。如果选择自动精加工，这个循环精加工过程将在程序后置代码后自动添加循环指令。使用循环指令仅仅可以用到使用固定间隙选项和完全粗加工类型（非只切材料）。

8. 切削方向轴

切削轴方向允许用户控制轴和切削形状的方向。取消轴将防止切削形状在轴方向移动。所有的轴选择默认设置。

4.4.3 螺纹加工

螺纹加工用来创建外螺纹或内螺纹。当车螺纹功能和刀具命令组合时，将会出现相应的加工对话框，如图 4-21 所示。

1. 螺纹切削选项

切削方向：当创建螺纹时，这个选项定义刀具移动的方向。如果选择 Z－选项，刀具将沿轴方向前进。如果选择 Z＋选项，刀具将沿轴方向后退。切入和退出距离以及真实螺纹的起点和终点会因选择切削在间隙/车螺纹中改变位置。

方法类型：螺纹加工中的两个选项，沿 X 轴前进。这些选项允许用户决定车螺纹是否定于工件的外径或内径。

2. 定义螺纹

风格：选择风格包含了一个下拉菜单且允许用户定义螺纹的切削类型。

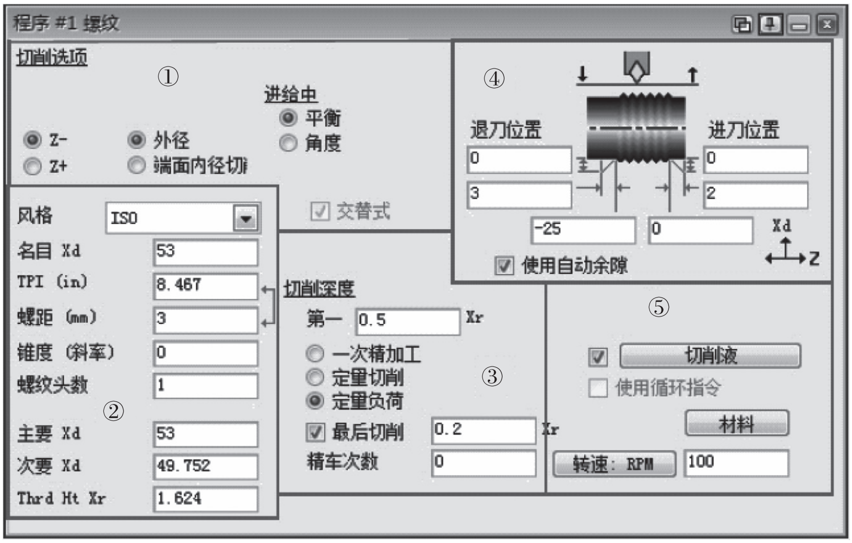


图 4-21　螺纹加工

1—螺纹切削选项　2—定义螺纹　3—螺纹深度切削　4—螺纹间隙图　5—螺纹加工参数

Xd：工件蓝图部分是定义螺纹的直径位置。

TPI：定义螺纹单位为 in。

螺距：TPI 或螺距。输入 TPI 或螺距其中一个值会计算另外一个值。例如，输入 TPI 值为 1，会计算出螺距为 25.4。

锥度（斜率）：锥度是一个斜率，不是一个角度。斜面是垂直面/水平面距离的比例，相当于角度 = tan（垂直面/水平面）或 tan（斜面）。

这个 NPT 范围定义锥度为 1/16，或 1″垂直/16″水平面，于水平的标准直径上。这个进入需要一个半径斜面，或 1/32。你可能用 1/32 类型或 0.03125 类型，相当于十进制。如果锥度定义一个半径角，这个斜面 = arctan（角）。

螺纹头数：在此输入参数是设置螺纹的起点数。大多数标准螺纹的起点数是 1。如果在此输入的值大于 1，那么这个加工将创建多个螺纹起点数。

主要 Xd：默认为 XD，然而，它能改变。螺纹切削从外径开始。

次要 Xd：这是一个默认值，基于 XD 来计算这个值，且螺纹切削过程从内径开始。

Thrd Ht Xr：主要直径和次要直径之间的差值。

进给中：这个选项允许用户控制如何插入螺纹切削。“平衡”选项将两边同时插入切削。对于 UN 螺纹类型，“平衡”或“0 进给”在统一的 Z 位置上采取所有切削。选择“角度”选项允许用户定义进给角度。输入标准的角度并指定螺纹进给角度的单一边。所有螺纹类型的角默认为 29.5°。每次切削从不同的 Z 位置开始，总是切削一个边。当在进给中选择“螺旋角”时，交替式选项可以用到。当开启时，每次切削指定的角度将替代（如 29.5°、29.5°、29.5°），一次只能切削一边，但它可以插入极限值。这也称“使用起始边 & 终止边交替”。

3. 螺纹深度切削

这个选项允许用户指定在螺纹操作中每个过程的切削深度。一次精加工选项指刀具在车

螺纹时只走一次，主要用来消除毛刺或现有螺纹上剩下的材料。选择一次精加工，最后切削将变成灰色。定量切削选项允许用户定义每次螺纹切削的深度。这个值是标准的圆弧并在第一个文本框中输入。定量负载选项允许用户定义第一个过程切削的深度。这个值是标准的圆弧并在第一个文本框中输入。切削深度移除材料（负载）数将被计算出来，同时每次连续切削深度过程将减少，刀具压力保持不变。

选择最后切削选项指最后过程中任何切削移动材料量比指定的少。输入标准半径值和指定最小切削来减小负载。弹簧通道选择可以结合使用任何切削深度选项。

4. 螺纹间隙图

如果选择“自动间隙”选项，不需要输入进入间隙和退出间隙值。如果自动间隙关闭，当逼近和退出工件时，在进入和退出间隙选项必须输入指定刀具的移动，如图 4-22 所示。

螺纹刀必须从车真实螺纹开始点前的一段距离开始，以加速到适应的进给速度。Z 轴插入距离允许用户指定沿 Z 轴开始车螺纹的距离。X 轴插入能使用与 Z 轴试刀距离开始车螺纹的角度。退出值允许用户指定在车螺纹时螺纹刀退出的距离和角度。进入也是相同的设置。

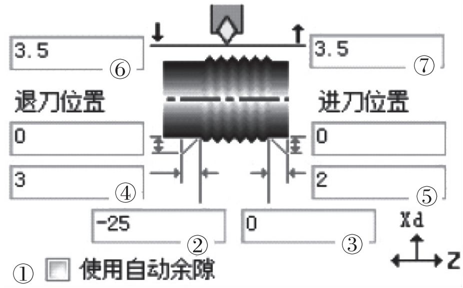


图 4-22　螺纹加工参数设置

1—自动间隙　2—螺纹结束　3—螺纹开始
4—Z 离开 t　5—Z 插入　6—进入间隙　7—退出间隙

5. 螺纹加工参数

冷却液：控制冷却液开关。喷出是标准冷却液选项。其他冷却液选项可以定义在后置处理程序中。

使用循环切削：如果车可以处理循环指令程序，将输出循环指令。

材料按钮：选择材料弹出材料对话框，系统将计算所选择材料推荐的速度，参照本章材料数据库的详细资料。

速度 RPM：主轴转速。可以自定义转速或让材料数据库自动选择。

4.4.4　孔加工

孔加工用于中心钻孔（X0），当钻孔功能和刀具功能结合，出现相对应的程序对话框，如图 4-23 所示。

孔进刀/退刀循环：这个选项定义刀具的进刀和退刀循环，包含 FI－快速退出、FI－进给退出、攻牙、刚性攻牙、啄钻全退出、啄钻断屑式。后置处理程序可以定义进刀和退刀循环。

1. 钻孔选项

间隙：如果进刀/退刀循环选择啄钻全退出，这文本框激活输入值是指增加远离材料距离，刀具将从这开始到下一个啄钻。

啄钻：当在进刀和退刀循环中选择啄钻全退出或啄钻断屑式，这文本将激活。这个值是指每个啄钻钻孔进刀的深度增量值。

退刀：如果在进刀和退刀循环中选择啄钻断屑式，这文本将激活。这个值是指每个啄钻钻孔退刀的深度增量值。

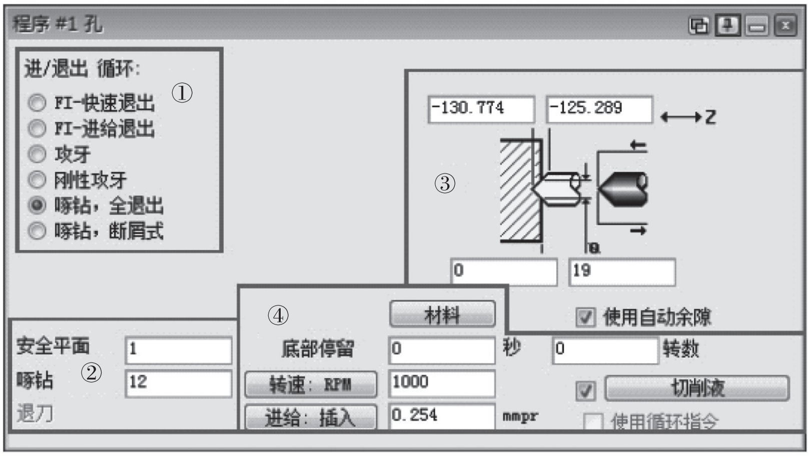


图 4-23　孔加工

1—孔进刀和退出循环　2—钻孔选项　3—孔间隙/钻孔图　4—孔加工参数

2. 孔间隙/钻孔

如图 4-24 所示。

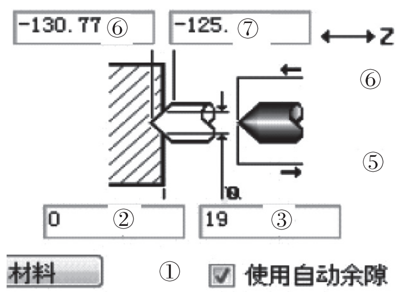


图 4-24　孔加工参数设置

1—自动间隙　2—钻孔表面 Z

3—沉孔直径　4—退刀间隙平面

5—进刀间隙平面　6—刀尖 Z　7—全部直径 Z

如果自动间隙选项关闭，必须输入一个进刀和退刀间隙值。当逼近和远离工件时，这些值指刀具使用的位置。通过四种方式自动计算未知值。

刀尖 Z：指定 Z 的深度到刀尖，这个数将在完成的代码中输出。

钻孔表面 Z：指定钻孔起始表面的绝对 Z 值。

沉孔直径 S：指面上的孔直径 Z 值，例如沉头孔。

全部直径 Z：指定钻孔直径的绝对深度 Z 值。

3. 孔加工参数

暂停：保持主轴旋转，允许用户指定孔底暂停时间，可以用 s 来指定也可以用 r/s 来指定，因为两个参数是互相关联的，改变任一个系统将自动计算另外一个值。

材料按钮：选择材料弹出材料对话框，系统将计算所选择材料推荐的速度。

速度 RPM：此输入值是主轴每分钟的转数。你可以自己设置 RPM 或选择材料数据库自动计算 RPM。

进给：这里输入的数值为每转进给。你可以手工输入数值或单击此按钮通过材料数据库自己运算给出数值。

冷却液：控制在加工中是否打开冷却液。喷出是标准冷却液选项。

4.4.5　攻丝

这部分是为了帮助用这个系统计算正确的参数用于直接车螺纹和标准管螺纹。首先，概述了用这个系统进行普通螺纹切削的要点。用户必须定义三件事：要加工螺纹的类型、怎么

加工和加工哪里。

1. 螺纹尺寸决定螺纹切削类型

类型：螺纹类型，如 UNF、NPT 等。

Xd：公称直径。

TPI：螺距。

锥度（斜面）：这个是以十进制来计算螺纹锥度的。如直接车螺纹，这个值为 0。如是管螺纹，这个值就取 1/32 或 0.03125。如果创建一个插入型锥螺纹，封闭循环不能使用，这是因为多数机床不支持这个功能。

螺纹头数：这是螺纹开始的数目。如多头螺纹，在此输入螺纹的数量。另外，这个值默认为 1。

主要 Xd 和次要 Xd：这些值将默认合理锐角螺纹计算主要和次要直径，这个值计算主要的参数，这个值也可以改变特殊螺纹的级和适当的需求。对于外径螺纹，这个小直径是鉴定刀具在完成过程中的切削半径。对于内径螺纹，刚好相反，这个主要的直径是鉴定在外径完成过程中的切削半径。

螺纹深度 XD：当作一个半径尺寸，这个值是螺纹的真实深度。这个值是计算主要 XD 和次要 XD 之间不同的半径，也可以根据需求而改变。

2. 切削信息——定义如何切削螺纹

切削（Z－，Z＋）：这是定义螺纹切削的方向。Z－定义向主轴切削，Z＋定义远离主轴切削。这个 Z－选项是默认的，大多数螺纹将向主轴切削，很少用 Z＋选项。

OD，Front ID（进入类型）：指定使用内螺纹或外螺纹切削，这个螺纹类型将影响螺纹切削循环的逼近移动。

进给-平衡：这个选项是每个过程螺纹刀具直接进给将导致螺纹刀具切削相同。

当切削不锈刚时，进给平衡经常使用，这更容易切削坚硬的工件，作为金属切削方法帮助防止在切削循环中的加工硬化。这个方法通常不能很好地在软的材料上进行切削，这些材料通常最有效地利用螺纹角进给。

进给-螺纹角度：指定角度进给螺纹车削时，这个选择将在每个过程影响位置的移动，导致刀具在螺纹边缘做大部分或全部的切削。

在切削循环间这个选项通常改变软和粘性材料的切削流，因为材料负载在刀具上。

交替：当选择螺纹角度进给，这个选项才可以使用。它将替代进给，导致刀具在螺纹边缘做第一次切削，然后以替换的方式来切另一个接触面，再以切入面作为接触面，以此类推。这样使刀具的粘料最小，得到最大的刀具寿命。

3. 切削深度

在车螺纹对话框，这个值和选项用来控制切削次数和切削深度。

第一个 Xr：这个值是在第一次粗加工过程中移出的料。这个值总是控制全部粗加工循环，描述如恒量切削和恒负载。

一次完成过程：这个选项指定刀具仅仅在精加工车削，通常用于对工件去除毛刺再重新空走一刀。

固定切削：固定切削选项将导致粗加工循环在每个过程以 1XR 指定刀具固定切削量，直到刀具达到最大切削数。

固定负载：这个固定负载选项是一般车螺纹粗加工循环使用的类型。这个循环将在每个过程移除一个固定值的材料，而在接下来的过程有一个较小深度的切削，直到最后的切削量。这个值在每个过程中切除是指基于切削深度指定 1st Xr 来计算。

最后切削：这个选项将防止粗加工循环在任何一个粗加工过程小于指定的值，此外，这个粗加工循环将留下合适的量给最后一个加工过程。

精车次数：这个值是用来定义一个或多个精加工深度。

4. 车螺纹位置

车螺纹开始 Z：这个值用来定义车螺纹在 Z 轴的起点。如果车螺纹从工件表面开始，那么这个值是 0。注意这个车螺纹不是从 Z 开始的。

车螺纹终点 Z：这个值用来定义车螺纹在 Z 轴的终点。

Z 插入：这个是用户定义从哪儿增加加速距离，例如，如果这个车螺纹循环是从 3/10 开始车真实螺纹。在 Z 插入，仅仅输入 0.300。

X 插入：这个值是用户定义 X 加速值，注意，这个值通常为 0。

应用这个参数的例子如加工绞盘凹槽，这个例子中要以给定的步长切削一个圆形槽（类似于一个螺纹），这里的槽就必须开始进入并同步，钻孔通过整个零件直径。使用 X & Z Run In 将允许在开始螺纹循环之后插入刀具进入孔，这样在零件面和孔之间就没有切削动作。

Z 退刀：这个值将延伸螺纹开始数，如这个车螺纹刀必须从这个螺纹角度退出，输入一个值从 Z 提刀值或 X 提刀值。一般将输入 0。

X 退刀：当使用 Z 退刀，将导致刀具从一个螺纹角度退出。

如果 X 退刀比 Z 退刀小，退刀移动角度小于 45°；如果 X 退刀比 Z 退刀长，退刀移动角度大于 45°。

5. 标准 NPT 管螺纹切削

在切削管螺纹时，很多人遇到的主要问题是如何确定大径和小径，这对计算刀路轨迹程序是必要的。

4.4.6 预定义过程组

所有加工操作都是通过过程列表包含的信息表创建的。通过组合功能条和刀具条，并在过程对话框中输入必要的信息创建过程。一个过程组是同时位于过程列表中的过程条的集合。一个过程组中包含用于特定的一系列操作的所有刀具和加工信息，如图 4-25 所示。

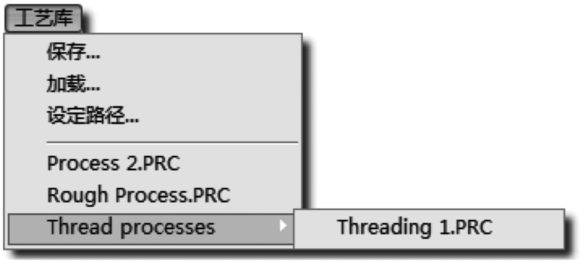


图 4-25　工艺库菜单

一个过程组可以保存为一个外部文件，从而再导入其他工件文件。这样用户可以快捷地获取并重生对多个工件文件共用的加工和刀具数据，而不必重建刀具和过程。

当过程列表中包含了组成过程组的完整过程条，可选择过程菜单中保存命令保存过程组。系统会要求输入文件名和指定保存位置。一旦保存了过程组文件，通过过程菜单中的导入命令，可把它导入任何工件文件。快速导入过程组文件的另一方法是指定包含过程组的文件夹。设置好文件夹，所有包含在此文件夹中的过程组文件将出现在过程菜单中。从列表中简单地选择过程组文件的名字就可以快速引导。

当过程组导入工件文件时，过程列表中当前高亮的过程条将移除并替换为所导入的过程组（如果被移除的过程条是有用的，可选择编辑菜单中的撤消）。如果刀具列表中有刀具条，那些刀具将变成没有选中，但不从列表中移除，系统将在现有的刀具列表中搜索导入的过程组需要的刀具。如果系统在现有刀具中找到匹配的刀具，就使用那把刀具。如果没有找到匹配的，就创建导入的过程组需要的刀具并加入到刀具列表中第一个可用的位置。加入的刀具将高亮显示。

一旦过程组被导入过程列表，选择适当的图形作为切削形状，单击“执行”按钮生成操作和刀路。

4.5 操作

4.5.1 间隙移动

车削加工时应避免刀具与工件、主轴等发生干涉，同时快速和有效地加工工件。

刀具换刀位置在文件对话框中指定。在刀具创建对话框利用刀具转塔功能，这个位置则无效。关于转塔的更多信息，请查阅刀具创建章节。如果换刀关闭，假设已完成代码，将手动处理刀具换刀，否则，刀具将在对话框输入开始换刀位置，如图4-26所示。

当刀具改变时要指定刀塔位置，文件对话框提供两个选项来设置工件间隙：自动间隙或固定间隙。这个选项决定系统如何计算操作间的位置移动。

1. 自动间隙

选择“自动间隙”选项，它将执行几个操作。它可以计算在Z轴和X轴的工件间隙。在每个操作中这些位置移动将被自动计算出来。

2. 固定间隙

当自动间隙选项关闭时，使用固定间隙选项，系统计算间隙位置移动。用户必须在文件对话框中输入一个完全的工件间隙，如同每个操作程序对话框中进刀和退刀间隙位置。当使用固定循环，应该使用固定间隙位置。

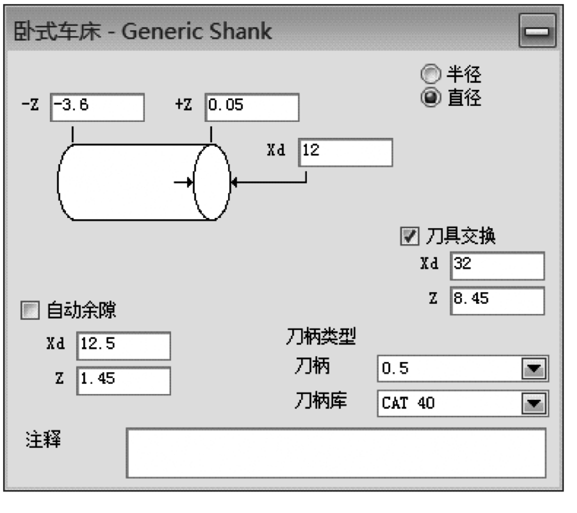


图4-26　刀具交换

3. 间隙图表

表 4-1 是一般会使用的间隙图表。

表 4-1　连接点

接点	刀具将移动到绝对坐标系，每一个接点有 X 和 Z 坐标系
虚线	快速移动
实线	进给移动
SP-开始点	操作的第一个步距不需要起点加工标记号
EP-结束点	操作的最后一个步距不需要终点加工标记号
OP1	操作 1（在工件切削的第一个系列）
OP2	操作 2（在工件切削的第二个系列）

（1）从刀具更换位置逼近　刀具逼近工件从刀具更换位置有三种不同的方式。

1）刀具更换从 OD 逼近，如图 4-27 所示。

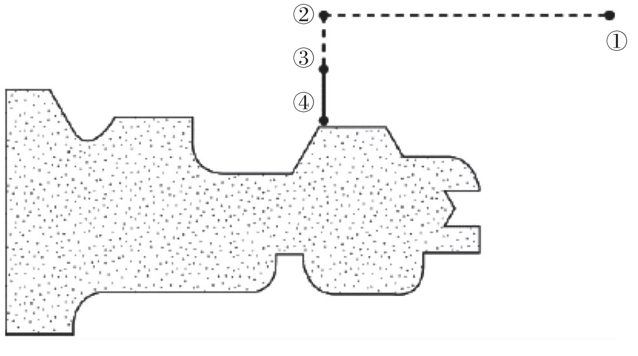


图 4-27　刀具更换从 OD 逼近

1—T 刀具更换　2—SP Z，工件间隙 Xd　3—SP Z，进刀间隙 Xd　4—SP Xd

2）刀具更换从端面逼近，如图 4-28 所示。

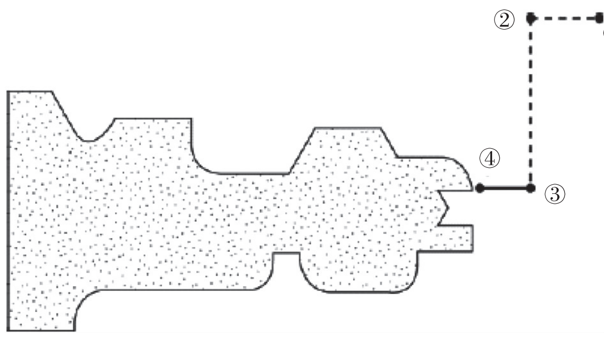


图 4-28　刀具更换从端面逼近

1—刀具更换　2—SP Z，工件间隙 Xd　3—进刀间隙 Z，SP Xd　4—SP Z

3）刀具更换从 ID 逼近，如图 4-29 所示。

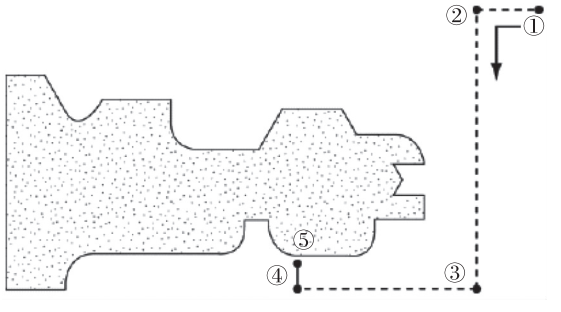


图 4-29　刀具更换从 ID 逼近

1—刀具更换　2—工件间隙 Z，工件间隙 PXd

3—工件间隙 Z，SP Xd　4—SP Z，进刀间隙 Xd　5—SP Xd

（2）退刀到刀具更换位置　从切削形状到刀具刀更换位置有三种不同的退刀方式。

1）刀具更换从 OD 退刀，如图 4-30 所示。

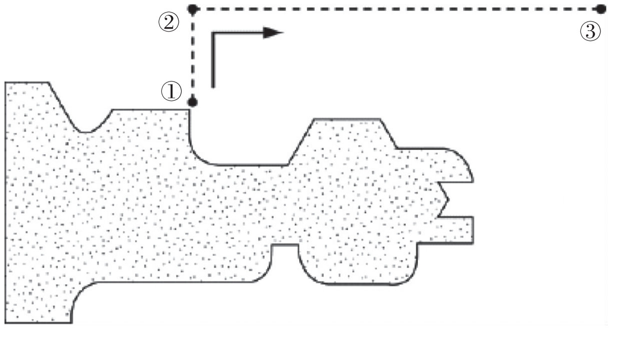


图 4-30　刀具更换从 OD 退刀

1—EP Xd　2—EP Z，工件间隙 Xd　3—刀具更换

2）刀具更换从端面退刀，如图 4-31 所示。

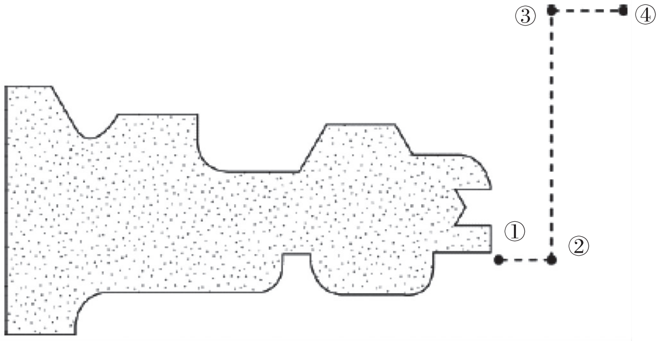


图 4-31　刀具更换从端面退刀

1—EP Z　2—工件间隙 Z，EP Xd　3—工件间隙 Z，工件间隙 Xd　4—刀具更换

3）刀具更换从 ID 退刀，如图 4-32 所示。

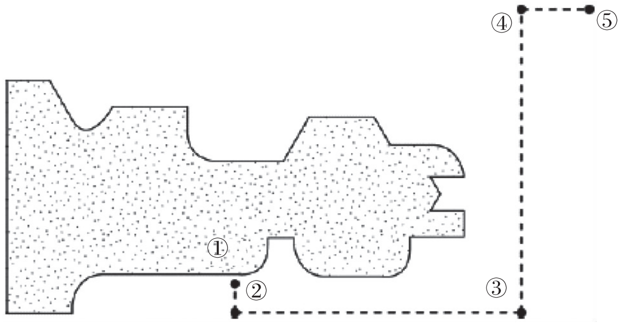


图 4-32 刀具更换从 ID 退刀

1—EP Z 2—EP Z，工件间隙 Xd 3—工件间隙 Z，退刀间隙 Xd 4—工件间隙 Z，工件间隙 Xd 5—刀具更换

（3）相同刀具位置 如果下一个位置使用相同的刀具，刀具使用获取到下一个点有 7 种不同的方式：

1）OD 到端面，如图 4-33 所示。

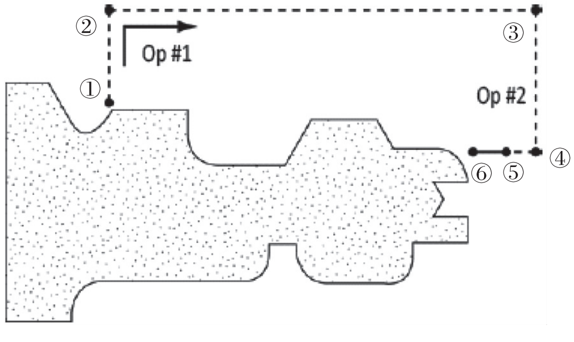


图 4-33 刀具更换从 OD 到端面

1—EP Z 2—EP Z，工件间隙 Xd 3—工件间隙 Z，工件间隙 Xd
4—工件间隙 Z，SP Xd 5—进刀间隙 Z，SP Xd 6—SP Z

2）OD 到 OD，如图 4-34 所示。

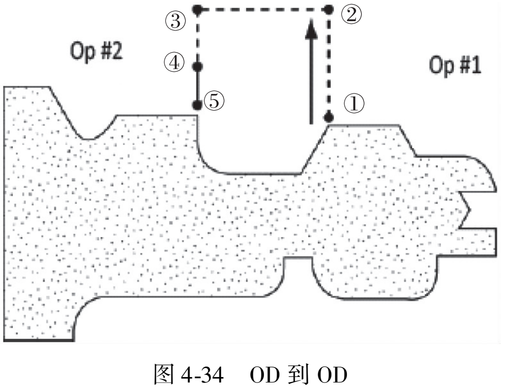


图 4-34 OD 到 OD

1—EP Xd 2—EP Z，退刀间隙 Xd 3—SP Z，退刀间隙 Xd 4—SP Z，进刀间隙 Xd 5—SP Xd

3）端面到 ID，如图 4-35 所示。

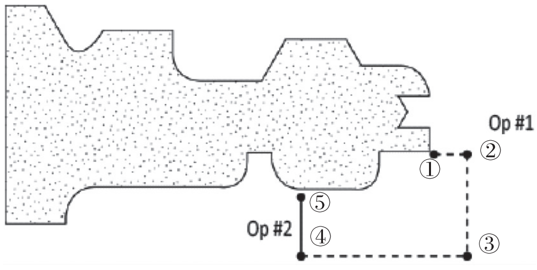


图 4-35　端面到 ID

1—EP Z　2—工件间隙 Z，EP Xd　3—工件间隙 Z，进刀间隙 Xd　4—SP Z，进刀间隙 Xd　5—SP Xd

4）端面到 OD，如图 4-36 所示。

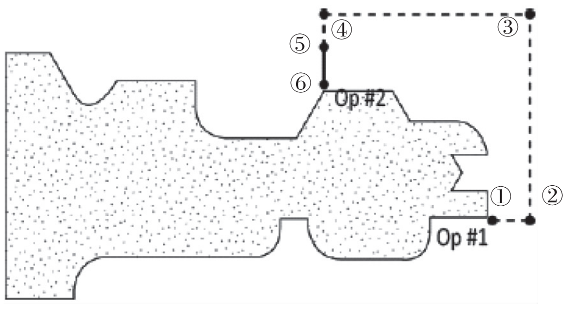


图 4-36　端面到 OD

1—EP Z　2—EP Z，工件间隙 Xd　3—工件间隙 Z，工件间隙 Xd

4—SP Z，工件间隙 Xd　5—SP Z，进刀间隙 Xd　6—SP Xd

5）端面到端面，如图 4-37 所示。

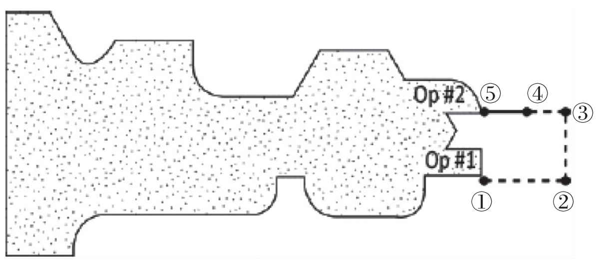


图 4-37　端面到端面

1—EP Z　2—EP Z，工件间隙 Xd　3—工件间隙 Z，工件间隙 Xd　4—进刀间隙 Z，SP Xd　5—SP Z

6）ID 到端面，如图 4-38 所示。

7）ID 到 ID，如图 4-39 所示。

4.5.2　固定循环

自动间隙和只有材料功能可以比固定循环系统更有效地计算刀路轨迹。自动间隙文件对

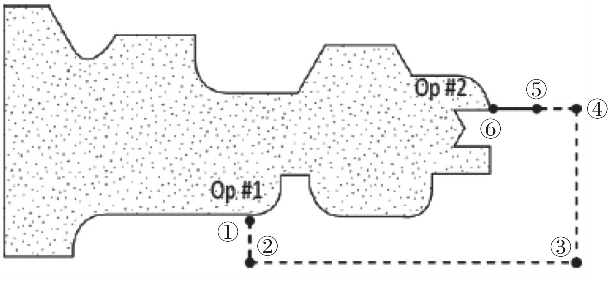


图 4-38　ID 到端面

1—EP Xd　2—EP Z，退刀间隙 Xd　3—工件间隙 Z，退刀间隙 Xd
4—工件间隙 Z，SP Xd　5—进刀间隙 Z，SP Xd　6—SP Z

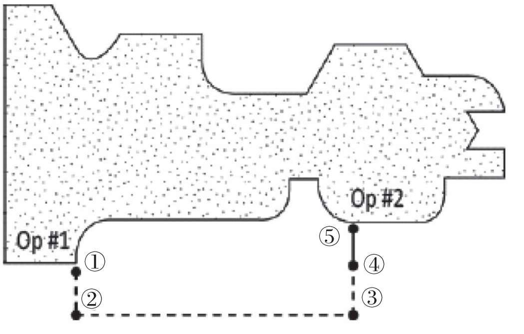


图 4-39　ID 到 ID

1—EP Xd　2—EP Z，退刀间隙 Xd　3—SP Z，退刀间隙 Xd　4—SP Z，退刀间隙 Xd　5—SP Xd

话框激活且指定系统自动计算工件间隙移动位置。只有材料选项位于工艺对话框且指定单个加工考虑毛坯状况计算刀路轨迹，工件提供无空切削。

使用固定循环将输出短的程序代码，然而，自动间隙和只有材料功能将产生更有效的刀路轨迹。在后置代码中产生固定循环。关闭自动间隙并在文件对话框输入固定 X 和 Z 间隙位置，在粗加工程序对话框中选择完全粗加工风格。

4.5.3　加工标记

用户可以将加工标记定义在开始和结束特征并定义切削形状的开始点、结束点、切削方向和刀具偏移的位置。在轮廓加工和粗加工中，几何选择切削外形时，这些标记显示在屏幕上。

开始特征：这个几何特征（线或圆圈）上刀具将开始切削。

开始点：这个点在开始特征上刀具将开始切削。

结束特征：这个几何特征上刀具将停止切削。

结束点：这个点在结束特征上刀具将停止切削。

开始/结束移动点通过...：在开始或结束点右键单击下拉菜单可选开始/结束移动点选项。选择这个选项，你将在提示的对话框中输入一个新的值（+或-），在最后特征的开始和结束延伸或删除哪个点。这个选项出现将取决于是否选择一个开始点或结束点，或加工标

记，如图 4-40 所示。

边或方向切入：这个圆圈表示在切削形状上刀具偏移的位置。在这里可能有三个选项：中心线或在切削形状外。箭头符号表示刀具移动的方向。点选所需要的圆圈和切削方向，如图 4-41 所示。

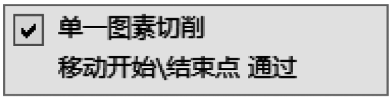


图 4-40　图素定义

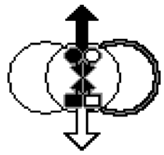


图 4-41　切削要素

1. 设置加工标记

只有在轮廓加工和粗加工中，加工标记才会出现在选择的几何轮廓上。要移动一个标记，将光标放置在标记上，当按下鼠标按钮，光标将改变这个标记。此操作被称为“拾取一个标记”。这个标记移动到想要的位置然后放开鼠标按钮。注意，当放置一个标记位置，将标记箭头放置在线、圆或点的顶点位置。

当开始特征标记移动到新的几何特征上，开始点的标记将跟随它或吸住开始特征相同点。这个是与结束特征的标记在同一点。产生相同的开始点和结束点：拖动开始特征到想要的位置，拖动开始点到想要的位置，拖动结束点到相同的特征——结束点自动吸住到开始点。

要精确控制开始和结束点的标记位置，在想要的位置创建一个几何点。拖动开始和结束点的标记靠近这个点将引起这个标记吸住这个点且使用精确的 XZ 值。

2. 开始和结束点

开始和结束点不一定要设置在工件的几何外形上。有的时候可以让刀具的开始点和刀路轨迹的结束点远离工件。这可以移动标记。一个几何特征（线或圆）是切断两个之间的连接。当开始点的标记拖到工件上，它会自动吸住接近开始特征的延长点上。开始特征接近被切断的部分，因此开始点将吸住开始特征的延伸。这个是和结束点在同一位置。结束特征的标记可以很快使用一个 Ctrl + Shift 键设置。当使用 Ctrl + Shift 键，这个结束点的标记将放到你选择的位置。

3. 选择几何形状

允许用户指定加工标记几何部分为切削形状的外形。当标记在几何形状上是现有的，切削形状是以暗蓝色显示的。当切削形状不是整个轮廓，几何不包含切削形状的部分显示浅蓝色。

4. 使用剖面线

使用剖面线，在 Z0 直接选择实体的切削形状轮廓。仿形就是一个几何，当剖面线关闭后，剖面的截面轮廓则不再显示。如果你应用剖面线创建了一个操作，并随后关闭了剖面线功能，双击操作则会自动打开剖面线并显示加工标记。

这个剖面线可以用来创建一个实体的几何车加工程序。这个过程详细的信息请参照 2.5D 实体加工手册或实体曲面加工手册。

4.5.4 材料数据库

材料数据库是用来储存和快速得到不同类型材料的进给和速度。从任一切削数据材料库或从默认的材料数据库来计算，也可以创建一个新的材料数据库。从菜单选择材料，数据库中的信息可以改变。使用这个信息前，在任一程序对话框中选择材料按钮。下面是材料对话框图片。使用创建和编辑材料，在过程对话框里输入进给和速度信息。过程对话框中键入进给和速度，在任何时间都不会直接考虑。该材料数据库介绍了普通的参考指南，如图 4-42 所示。

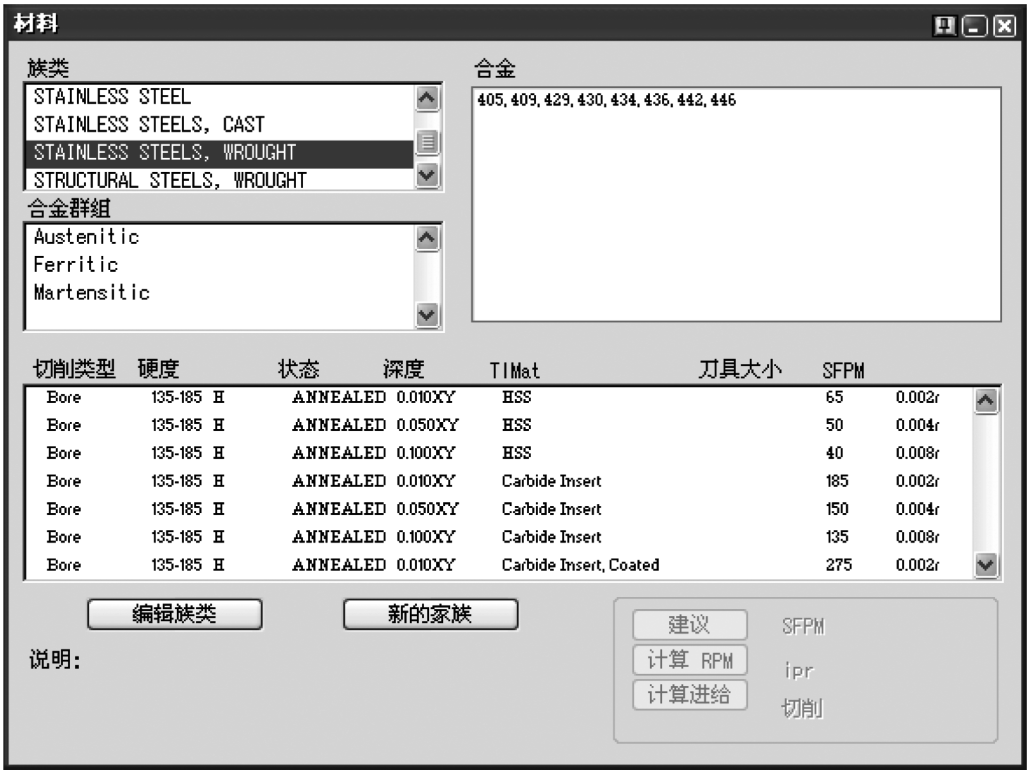


图 4-42 材料库

4.5.5 操作列表

操作列表关联菜单下包含了几种有用的功能，下章节详细的介绍：

操作数据：在操作数据对话框中，编辑某一个操作的数据成为可能。锁定的项目将保留输入值，即使重新生成操作。对刀路影响产生的变化可以在刀路画面和渲染图像中看出。建立这个操作的过程条中的信息将不会影响改变，而影响到操作数据对话框中做的变更，如图 4-43所示。

在操作注释文本框中输入的信息将会出现在后置输出中，同时公用数据也可在这个对话框中填写。定制的后置处理允许用户在操作开始和操作终止文本框输入用户指令，这些指令将触发后置处理系统内部的相应动作。另外，在操作开始和操作终止文本框中的任何文本均

会后置输出。每一行信息也会在后置输出中生成新的一行。

程序停止选择框只在操作数据对话框可用。如果它选中，程序停止命令将会后置输出在操作的结尾处。系统默认不选中这个选项。

如果操作中包含锁定的数值，一个小的锁定标记将会显示在操作块上。

如果在操作开始文本框输入功能数据，将会在操作块的左上角显示小方块标记。如果功能数据填入在操作终止文本框，则显示在操作块的左下方，如图 4-44 所示。

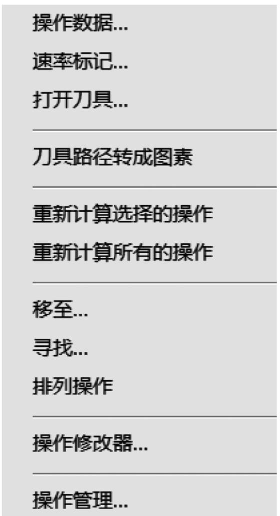


图 4-43　操作列表

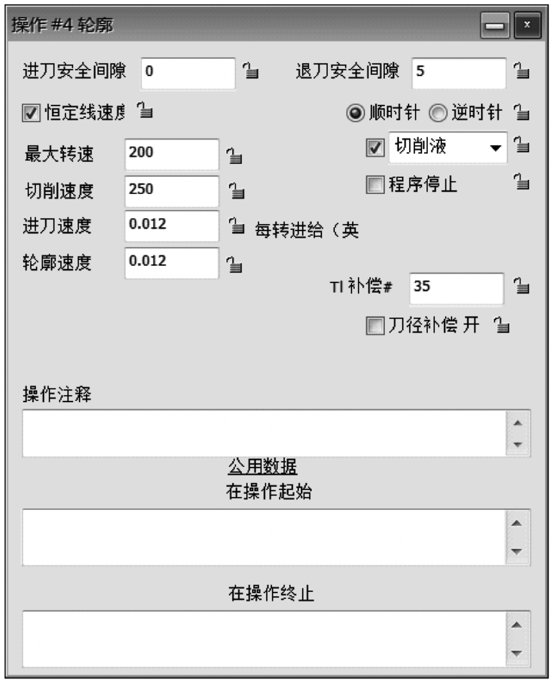


图 4-44　操作参数

功能标记：功能标记菜单允许编辑多种刀路数据，可在刀路的不同位置设定不同的数值。当选择时，对话框将会被激活，同时操作的刀路也会显示出来。

对每一个操作，你可以选择多种功能标记类型，很多还有额外的子选项。主要的选项有可变进给速度、主轴转速、刀具偏置号、文本、CRC、延时和刀具子位置。

增加任何类型的标记到刀路，只需用鼠标拖动并放置想要类型的标记到刀路中，当前选择的标记属性将会显示在对话框中，当前选择的标记显示为红色，如图 4-45 所示。

另外，你可以选择“显示所有标记”。当这个选项被选中，将在刀路上显示所有功能标记。当你分步查看所有标记，对话框也会根据当前选择的标记更新其参数信息。

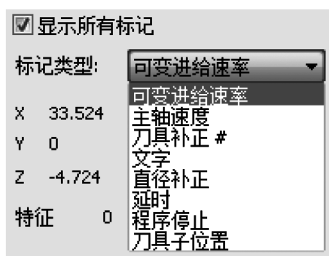


图 4-45　标记

可变进给速度：这个标记允许你为刀路上的选中部分设定进给速度。它有五个子选项，分别为用户、进入、轮廓、百分比和最大。“用户”选项允许你准确设定进给速度。“进入”选项设定进给速度为操作中预先定义好的进入进给。“轮廓”选项设定进给速度为操作中预先定义好的轮廓进给。“百分比”

选项允许用户设定当前进给速度为最后一个进给速度的百分比数值。“最大”选项设定进给速度为后置处理允许的最大值。

主轴转速：针对车削操作，这个标记设定主轴转速为 SMPM 或者 SFPM 内部的数值。

刀具偏移#：标记设置刀具偏移号，有 T1 补正、增量 T1 补正、直接 T1 补正三种选项。T1 补正设置补正号为刀具定义中的补正号。增量 T1 补正设置补正号为刀具定义的。直接 T1 补正则设定补正为一用户定义数值。

文本：这个标记允许你在后置中插入注解输出。

CRC：这个标记用于一个操作 CRC 的打开或关闭。在这个标记可用到三个选项：开启、关闭、逆转。

暂停：这个标记引起这个程序暂停指定的时间。这个标记有两种选项：秒或旋转。旋转选项用当前主轴速度计算时间。

程序停止：这个标记导致后置输出一个程序停止（M0）。如果任一选择程序停止盒，后置将输出一个程序停止（M1）。

刀具子位置：这个选项只适用于车削机床用于指定刀具位置。用户可通过标记设定刀具子位置。

这张图片显示功能标记放置到刀路上，标记被放到圆弧部分，修改进入和退出圆弧时的速度，如图 4-46 所示。

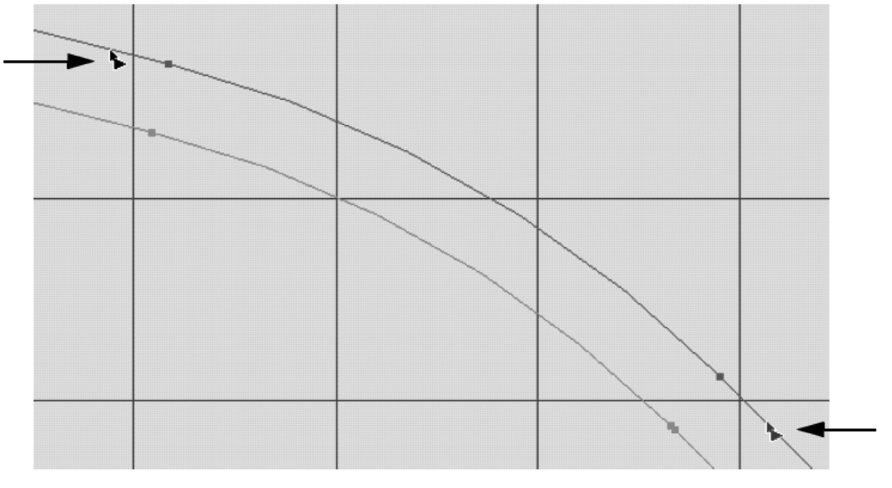


图 4-46　圆弧上速度标记

打开刀具：打开相关刀具操作对话框。

几何操作：这个选项改变选择操作的几何。这个几何能编辑和使用轮廓中心线。

重做选择的操作：重新生成选择操作的刀路轨迹。

重做所有操作：重新生成所有刀路轨迹。

移动到：这个选项允许用户移动一个或几个操作工艺到列表的最后或其他条目位置，通过输入目标条目位置，这个功能与在刀具和过程列表移动条目是一样的，如图 4-47 所示。

寻找：寻找选项允许用户通过列表的块号、刀具号等定位一个特定的块，如图 4-48 所示。



图 4-47　移动操作



图 4-48　寻找操作

排列操作：这个命令将改变所有的操作顺序。操作将根据刀号从低到高重新排列，在多工艺编程中的操作顺序不受影响，以确保精加工刀路不会放置到粗加工刀路之前。

操作管理：操作管理是操作列表的展开图。操作管理能够显示 31 种不同的操作参数，能排列操作数据并计算准确的运行时间。同时，操作管理和操作列表是完全同步的，这就是说针对任何一种方式对操作的选择或修改同样会更新到另一部分，如图 4-49 所示。



图 4-49　操作管理

在表头右击：在操作管理中显示的条目可以定制。操作管理支持 31 种不同的参数，但实际不必一次完全显示这些参数。在一个参数的顶部，如上一图片的深度参数右击鼠标，可选择哪些参数需要显示，如图 4-50 所示。



图 4-50　参数选定

在标题栏右击：标题栏提供了几个非常有用的命令的入口，包括排序和运行时间等。另外，操作管理也可以通过这里进行打印操作。

排序：选多重等级排序命令打开一个对话框，这里用户可以设定所需的操作顺序。操作

可以最多根据四组参数来排序，每一组参数均可以设定为上升或下降排序方式。而排序则依照操作管理中显示的所有内容，如图 4-51 所示。

很重要的一点是必须意识到进行排序会改变你的操作顺序。如果不小心，有可能会带来不想要的结果，如镗孔在钻孔操作之前等。系统会提示排序可能会导致问题，但用户在应用排序功能时还是得仔细确认自己的结果。

在单元格上右击：在单元格上单击鼠标右键会弹出与在操作列表上右击相同的菜单。从这个菜单你可以进入操作数据、功能标记和重做等功能。

4.5.6 接触点信息

在后置数据中输出理论的刀尖。如果刀具平行于 Z 轴加工，X 值输出图纸尺寸。如果刀具平行于 X 轴加工，Z 值输出图纸尺寸。因此，合理的刀尖值仅结合面和直径上的图纸尺寸。

当刀具在一个角度上进行加工，X 和 Z 轴值将不能达到图纸尺寸。这是因为理论的刀尖不是一个图纸尺寸。因此，系统获得切削工件表面刀具的位置，计算靠近工件的合理的刀尖值，或在工件上做相同的案例，如图 4-52 所示。



图 4-51 排序

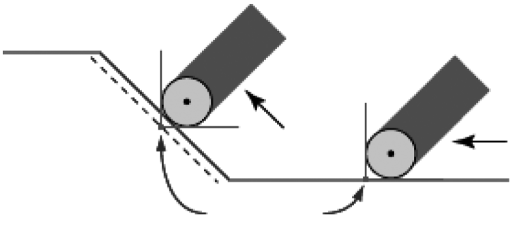


图 4-52 刀具路径

4.6 切削工件渲染

4.6.1 切削工件模拟概要

建模就是创建三维模型的过程，模拟就是显示模型加工的过程。当一个零件的程序编制好了之后，才可以进行零件切削模拟。计算机具有 3D 知识的功能，包含模型内部信息，即使是看不见的区域。

系统切削模拟工件渲染的功能称为三次元实时切削模拟渲染。三次元表示模型在空间可以被任意地旋转，可以用任意视角观察，实时即表示工件渲染的速度，切削动作是根据它所做的计算来渲染，而不是计算渲染的图片，然后再像回放电影一样，或仅仅是显示最终模拟的图片结果。实时的意思并不是使用实际的进给率，刀具切削的速度和计算机计算速度一样快，“切削工件”表示查看刀具的切削效果，相对于只查看结果图片，对大部分实例而言，观察切削过程更有价值。渲染就是显示整个程序切削模拟的动画过程。

系统有两种不同的切削模拟渲染方法（CPR）。第一种是标准的 CPR，标准的 CPR 是系

统传统的切削模拟渲染模式；第二种是快速 CPR，快速 CPR 是 OpenGL 标准图形模拟系统，功能更灵活更强大。有两种 CPR 切削模拟系统，它们各自有自己的优点。你可以使用任何一种适合你的模式，也可以都使用。另外，如果你购买了机床模拟功能，你也可以进入机床模拟模式。

所有的加工程序会按目前的顺序进行模拟，被选中的程序模拟时结果会变为黄色，其他的程序模拟结果以灰色显示。红色的区域表示出现了过切或碰撞，选中的刀具会显示成黄色，未被选中的刀具显示成灰色，越小的图片模拟的速度越快，并且占用的内存也较少。

4.6.2 标准 CPR 和快速 CPR 比较

这两种模拟模式是两种完全不同的技术。两种模拟模式主要的不同在于标准 CPR 依赖于视图，而快速 CPR 完全独立于视图。基本上，标准 CPR 在模拟过程中，当视图旋转或缩放时，模拟都会重新开始，快速 CPR 模拟时有更好的控制性，即使速度变慢了也更有利于零件的分析。两种模拟模式的比较见表 4-2。

表 4-2 CPR 比较

功　能	标准 CPR	快速 CPR
速度	标准 CPR 任何细节的显示都最快	快速 CPR 的速度依赖于显示图像的质量和大小
改变视图	每次重新开始，最好一开始就选定好需要的视图方位	改变视图不会中断模拟
质量	显示质量固定	图片质量由用户控制
透明度	刀具可以设置为透明	刀具、夹具和毛坯都可以设置成透明
碰撞检查	无	有

4.6.3 模拟控制面板

单击“模拟控制面板”按钮，控制面板就显示在屏幕上，如图 4-53 所示，毛坯显示为蓝色实体，该面板控制模拟切削的过程，每个控制命令的描述如下。

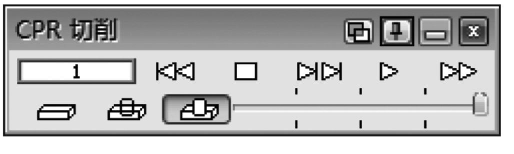


图 4-53　模拟工具条

当前显示：该对话框显示模拟的当前程序号或当前运行时间。

后退：单击该按钮控制从当前程序返回到第一个程序位置。如果正在播放，同时又按下“后退”按钮，则工件将返回最初状态。

停止：单击该按钮会终止任何模拟过程，并且播放按钮会回位。

步进：单步显示切削模拟。如果播放按钮被按下，再按步进按钮，会变为步进模拟。

播放：单击“播放”按钮，零件的程序会按顺序一个一个模拟，直到按下其他操作命令。单击“停止”和“步进”按钮时会停止模拟。当模拟的时候再按下“播放”按钮会停止模拟。“下一程序”和“返回”按钮会改变当前程序的模拟，但不会停止程序的模拟。当最后一个程序模拟完成，模拟也就停止了，但“播放”按钮还是处于按下状态。任何时候

模拟停止了，再次单击“播放”按钮就可以继续模拟。

下一特征：“播放”按钮被按下时，当前被渲染的特征完成以及这个操作的剩余特征将跳过。下一个被渲染的特征是下一个操作的第一个特征。如果“播放”按钮没有被按下，当前操作被设定为下一个操作。操作盒将被更新，但没有任何会被渲染直到“播放”按钮被再次按下。

速度控制：单击该按钮将显示滑块的位置，正方向移动滑块是增加模拟速度，负方向为降低速度。可以通过拉拽滑块来调节速度，在模拟的过程中也可以调节速度。

隐藏刀具：单击该按钮，模拟过程不会显示刀具，但切除材料的过程仍然会显示，如图4-54 所示。在该状态模拟时，半径模拟会更平滑，而且模拟的速度更快。

透明刀具：单击该按钮，刀具会透明显示，如图 4-54 所示。

显示刀具：单击该按钮，刀具会以实体形式显示，如图 4-54 所示。

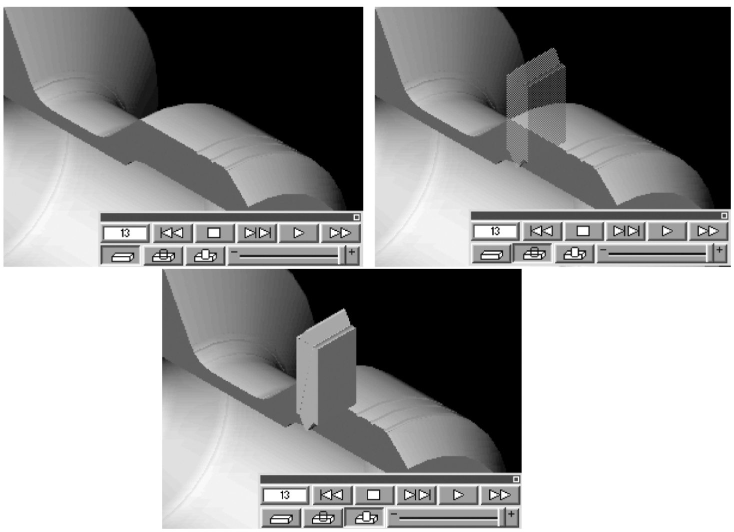


图 4-54　三种模拟方式

在工件切削模拟过程中，如果改变工件视角，屏幕会重新显示模拟过程，会从第一个程序重新开始模拟。因此，在模拟开始之前，我们最好设定好观察的视角。

在模拟过程中如果单击“停止”或“步进”按钮，系统会自动将模拟停止在当前位置。用户选择停止命令时由系统保持在该状态，任何时候再选择“播放”按钮模拟过程都可以继续。

如果主控制面板的模拟命令没有被选中，但播放按钮之前已经执行过了，当再次选中模拟命令，播放按钮需要重新复位才能再播放。其实它本质上跟“停止”按钮一样，当我们改变视角，模拟又将重新开始。

1. 切削模拟系统选项

在模拟控制面板标题栏单击右键，会弹出一个对话框，可以设置模拟时控制停止点的操作。

2. 停止操作控制

设置开始/停止操作#…：该对话框设置在某一操作之前指定一个起始和停止点，如图 4-55所示。

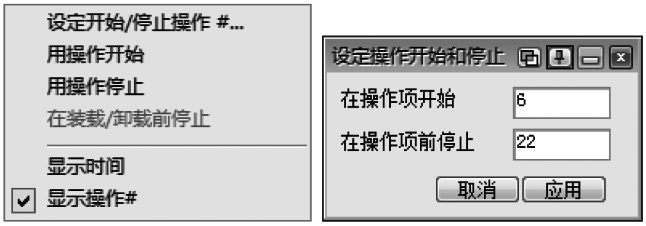


图 4-55　模拟操作控制

用操作开始：勾选该选项将激活前面设置的“设定开始/停止操作#...”中的开始操作选项，取消该选项将使前面设置的开始操作选项失效。

用操作停止：勾选该选项将激活前面设置的“设定开始/停止操作#...”中的停止操作选项，取消该选项将使前面设置的停止操作选项失效。

3. 当前显示选项

显示时间：该选项可以显示当前切削时间。

显示流程操作：该选项会显示当前模拟的程序号。

4. 快速更新

快速更新就是在改变视图时，模拟会快速恢复到零件的初始状态，重新模拟。如果已经作过了模拟，单击“停止”按钮，然后放大视图或改变位置，再单击“播放”按钮，系统会重新开始在新方位快速显示模拟。系统会自动设置 CPR 快速重新模拟的速度并自动隐藏刀具。一旦模拟到上次停止的位置，控制器将返回上次的设置。

4.6.4　快速切削模拟

快速 CPR 是以 OpenGL 渲染技术为基础的可选择的模拟技术，快速 CPR 不依靠图片显示，在模拟过程中可以随意旋转、缩放等。快速 CPR 具有另外几个功能，包括快速切削，可以迅速显示加工结果。“快速 CPR”选项在主控制面板上右键可选择，它的控制界面与普通模拟界面一样，如图 4-56 所示。



图 4-56　CPR 模拟

快速 CPR 菜单：在快速 CPR 模拟控制面板标题栏单击右键，会显示很多选项：设置开始/停止操作#…、用操作开始、用操作停止、显示时间和显示操作#等。这些功能与标准 CPR 模式是相同的，如图 4-57 所示。

分析切削工件：分析切削工件对话框提供几种选项来测定刀路模拟的结果。这是一个简单检测零件是否有残料和干涉的方法。在开始快速模拟之前，必须要先选择一个实体才能使用分析切削工件功能。

透明毛坯：选中透明毛坯功能，毛坯会变得透明，模拟时会显示零件和毛坯。

透明夹具：选中透明夹具选项，零件上任何夹具都会变得透明，这样可以更容易观察毛

坯模拟情况。

快速切削：激活该命令会直接生成模拟结果。该最终模拟结果没有正常模拟结果平滑。该状态下，零件不能进行旋转。

加速 & 检查：下一个选项的设置提供了模拟时加速或检查的方法。

忽略啄钻：选择该命令，钻孔操作将不会进行模拟。

忽略未选择操作：该命令只会模拟当前选中的操作。

操作颜色模式：该选项利用颜色增强 CPR 和模拟功能。命令相应的有三个颜色模式：切削颜色、刀具号、操作号。这些颜色是系统自动产生，用来相互区别显示的，每一个程序模拟的结果显示一种颜色。

设置 CPR 毛坯 = 目标：该选项使快速 CPR 忽略毛坯定义，使用所选择的毛坯来代替，并在该选择毛坯上模拟，这样模拟更加快速，并且更容易检查干涉。

碰装检查：该命令基于参数预设置里的选项。在“快速 CPR/模拟设置”部分，或者在通用参考手册里有更多信息显示快速刀具。当该模式打开，刀具快速模拟时将显示不同的颜色。

POV 锁：该命令控制当零件（或机床）在模拟过程中移动的方式。用户可以通过该命令控制模拟时显示的视角，如图 4-58 所示。

锁定视角的选项根据模拟模式的不同而不同，CPR 模式包括零件模拟和刀具模拟，该选项有固定零件、刀具旋转轴、刀具线性轴和刀具旋转和线性轴。对于机床模拟，选项有操作者、零件、机床组件、刀具旋转轴、刀具线性轴和刀具旋转和线性轴，如图 4-59所示。

保存为 STL：“保存为 STL”将把当前快速 CPR 毛坯模拟的结果图片保存为 STL 格式。



图 4-57　模拟设置

创建面体：创建面体功能转换当前切削渲染环境到面体。在工作空间显示一个面体作为一个透明的体。面体的很少的几个用处之一就是它们可以设定作为“仅显示”的毛坯，即它们不能作为一个毛坯条件用于创建刀路，但可以用于快速 CPR 仿真进程的渲染毛坯显示。

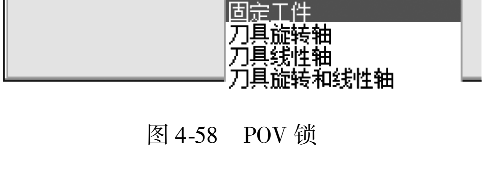


图 4-58　POV 锁

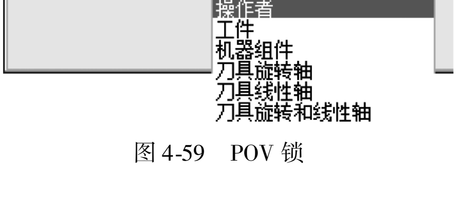


图 4-59　POV 锁

不预载副主轴：取消副主轴毛坯的生成。这将会应用在第一次运行时副主轴没有准确的毛坯的情况。

重新仿真：该选项会重新进行快速 CPR 模拟。

重叠图素：该命令将在快速模拟时显示产品轮廓。使用 Ctrl + J 键可以显示临时几何轮廓，在模拟时也可以。

设置：设置打开模拟参数对话框，你可以控制速度，模拟显示的质量和颜色。作为选择，该对话框也可以执行【文件】→【预设置显示】菜单命令和单击“编辑 Flash CPR 设置...”按钮，如图 4-60 所示。

快速 CPR/模拟设置如图 4-61 所示。

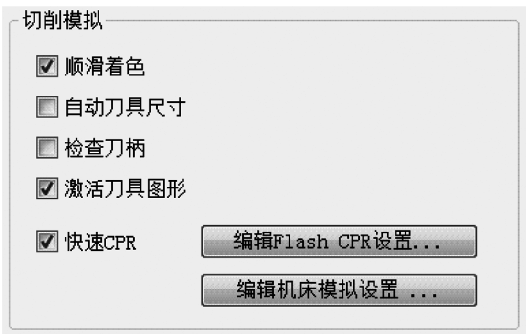


图 4-60　模拟预设置

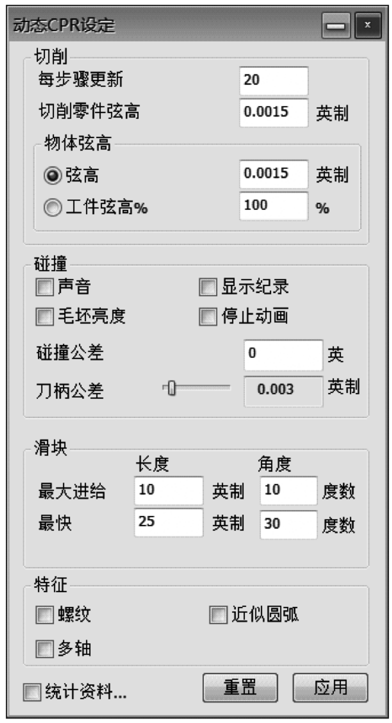


图 4-61　快速 CPR 模拟设置

切削：切削选项部分允许用户控制快速 CPR 的质量和响应速度。

每一步骤更新：在更新显示之前指定模拟特征的最大数。设置较大的数字会提高模拟速度，但模拟结果显示会更粗糙。输入较大的数字，刀具会跳到模拟之前，而且显示会不流畅，但是显示会更快；设置较小的数字，模拟会很平滑，但速度会变慢。

切削零件弦高：该参数决定快速 CPR 里刀具和工件的显示方式。刀具可以分别设置成公制和英制。该数值设置得越小，显示质量越高，同时也需要更多系统资源，模拟速度也越慢。

物体弦高：该选项是设置物体（零件、毛坯和夹具）在模拟时的显示方式。此处有两种设置方法。一种是设置弦高（指定的数值），另一种是在对话框里设置值，设置为 100% 使用物体弦高，当设置为 10% 就变为物体弦高的 1/10。可输入 1% ~100000% 之间的任何百分数。百分数设置得越高，物体显示得越粗糙，速度也越快。

碰撞/极限：该项目提供系统在模拟时发生碰撞/极限时的控制方法。快速 CPR 模拟时产生的碰撞包括刀具快速移动时碰撞到毛坯或夹具，或卡头碰撞到任何部位。可利用下面任何三种选项的结合来对模拟时的碰撞进行报警。请注意“碰撞干涉检查”选项是否已经勾选。

警报类型：选择“声音”选项，在发生碰撞时系统会报警。显示记录会在碰撞的地方输出一个记录窗口，毛坯闪亮会在碰撞的地方。停止动画将在碰撞点位置停止模拟。

公差：该公差设置允许为公制或英制零件设置不同的公差。任何在指定公差范围内的碰撞都会产生报警。

滑块：该选项允许你更改模拟速度控制的灵敏度。模拟的速度是由输入的数值来控制的。

螺纹：激活该选项，在快速 CPR 环境下模拟“循环”螺纹，显示会更加连续。该选项模拟时会显示更快速，结果也更准确，如图 4-62 所示。

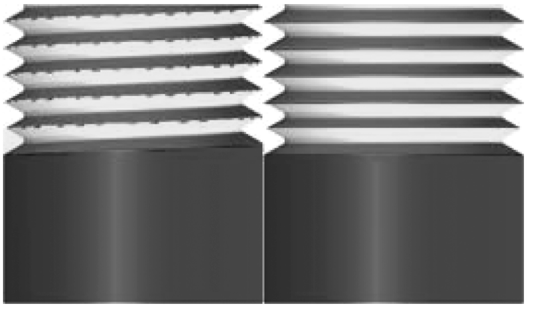


图 4-62　显示结果对比

统计：选择该选项，在快速模拟的时候会打开一个窗口，显示模拟速率（模拟时多久图像更新一次）和任何的错误记录。要关闭该窗口必须取消该选项。

4.6.5　打印切削零件模拟图像

模拟完成后，可以将模拟图像打印出来。当模拟图片显示在屏幕上，选择“文件”菜单栏下的“打印”子菜单下的“绘图”命令，然后调整要打印图片，允许用户设置背景颜色。如果打印使用黑白打印机，在白色选项上选择黑色，确保图片都能显示并能打印出来。

4.7　后置处理

4.7.1　后置处理概述

当零件编好程序后，需要进行后置处理。后置处理会产生一个包含机床操作和刀路轨迹的程序文件。NC 程序是通过为机床定制的后置编译文件（PST）生成的。

4.7.2　后置处理对话框

当程序编好后，在界面上方面板上会激活后置处理器的按钮；单击“后置处理器”按钮会弹出图 4-63 所示的对话框，可以在对话框里选择指定机床的后置文件，并且可以输入当前程序的名字。

单击“输出后置”按钮将产生一个 NC 程序文件，该文件将会保存在指定的目录，并且默认名字为右边程序名称按钮的名字。如果这个程序名已经存在，单击“输出后置”按钮将会替换原始程序。单击“输出程序窗口”按钮，输出的程序文件会自动打开，程序会滚动

显示，便于浏览。单击“停止”按钮可以停止程序的后置输出；当后处理完成，单击“打印”按钮可以将输出的程序打印出来。

在输出后置前，必须先选择指定的后处理文件和输入程序名字。当输出一个后置，将创建一个有指定扩展名的文件，默认扩展名为 . NCF。一个文件可以多次输出成不同名字的程序文件，如果改变零件文件，必须要重新输出程序。默认情况下，程序名为零件名称，扩展名为 . NCF（如 EXAMPLE1. NCF），该程序名称也可以在输出文件名时更改，如图 4-64 所示。

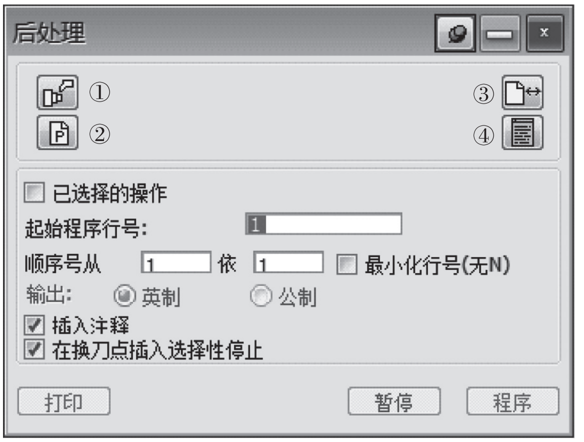


图 4-63　后处理对话框

1—选择后置文件　2—程序名称　3—通信　4—输出窗口

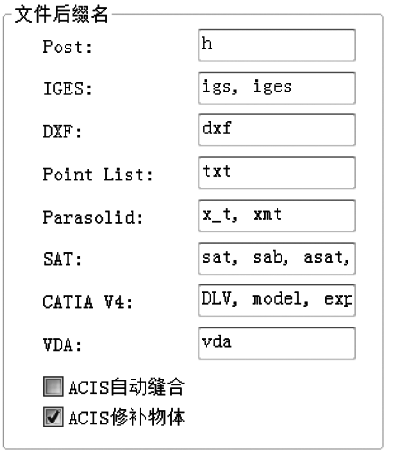


图 4-64　各种文件格式扩展名

输出程序时，给程序命名后，系统会自动给程序添加一个扩展名。

单击“后置选择”按钮，然后在存储后置的文件夹选择需要的后置文件。

后置文件根据机床的操作系统不同而不同，因此选择一个后置文件，它的全名（包含了控制系统和机床的信息）会显示在对话框中。

4.7.3　后置输出格式

输出后置对话框的各种选项对输出的代码格式有各种影响，下面将描述各个选项的功能。

已选择的操作：勾选该选项输出的代码仅仅包括当前已经选择的操作。如果不选择将不会输出这些操作。

起始程序行号：该行号将出现在机床控制面板上，也是子程序开始的号码。如果开始程序号是 1，那么第 1 个子程序行号就是 2，第 2 个子程序行号就是 3，等等。

序列号：这是程序的序列号起始值，即“N”号码，下一个窗口填写序列号的增量。

最小化行号：勾选该选项，程序中不会出现行号，只有在换刀的地方才输出。

插入注释：此处用户可以输入刀具和程序长度等相关信息，该信息将会输出到程序里。

在刀具更换的位置插入选择性暂停：如果选择该选项，系统会输出一个操作人员可选择的程序暂停命令。

后置输出预设置：后处理系统允许把注释输出到 NCF G 代码文件中。只要一个选项被选中，该注释就可以输出。该对话框可通过【预设置】→【后处理程序注释】菜单命令打开，如图 4-65 所示。

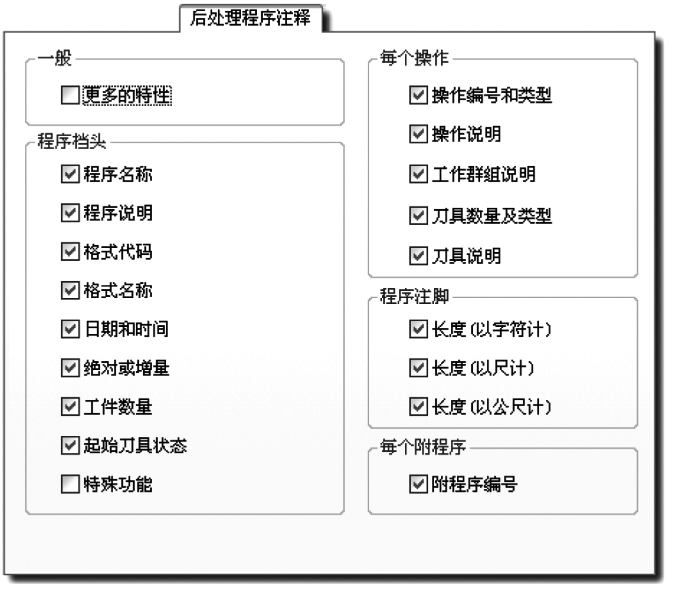


图 4-65　后处理程序注释

第5章 GibbsCAM车削练习

车加工模块是本软件支持回转机床最基本的模块。该章节主要介绍如何创建回转操作程序，包括了刀具设置、程序定义、操作创建、毛坯定义、切削模拟的使用。该练习的模型是在第 3 章中完成。

这个练习需要的零件文件在随书光盘“配书练习/GibbsCAM 基础篇——零件加工/第 5 章”中。

5.1 车削编程基本步骤

1）毛坯设置，自动余隙和换刀设置。

2）自定义毛坯。

3）创建标准刀具列表和自定义刀具。

4）创建不同操作粗加工、轮廓切削、钻孔和车螺纹。

5）机床模拟操作。

6）生成 G 代码。

5.2 工件设置

1）单击按钮打开新建对话框。

“新建”对话框包含的信息有机床类型、工件材料、单位、毛坯、刀具交换、自动余隙和零件注释；当然也包含了文件管理工具，如打开、保存、关闭等。

2）选择“从文档打开文件”对话框。该练习的零件是几何创建章节创建好的零件。

3）从列表中单击该零件，然后单击打开或双击文件“Lathe Tutorial. vnc”。

4）勾选“自动余隙”选项。

自动余隙是每个程序默认的间隙值，除非取消该选项，不考虑该自动余隙值。

“自动余隙”选项会计算零件间隙（包括 Z 和 Xd/Xr），该值习惯被用来定位刀具在操作时的位置。该值是动态计算，当毛坯条件改变，材料除去，间隙位置计算将会计入到刀具下一刀路轨迹计算中。另外，“自动余隙”选项可以增加进刀或退刀运动。

5）进入毛坯设置，自动余隙和刀具交换位置如图 5-1 所示。

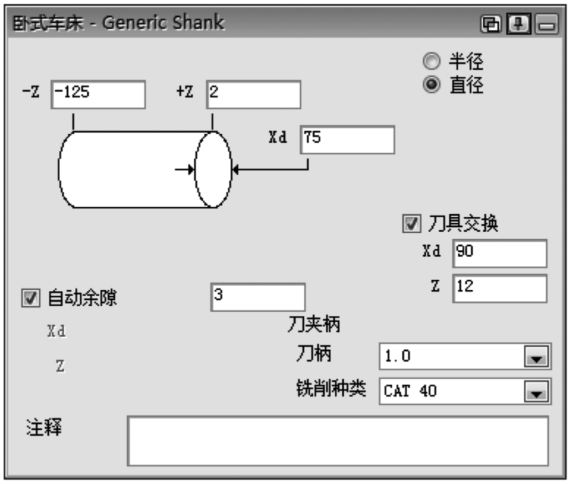


图 5-1　毛坯与自动余隙

刀具交换可以将刀塔传送到指定的位置。如果“刀具交换”选项关闭，系统设定使用固定平移复制或操作者手动输入刀具变换移动。

6）关闭对话框（Ctrl + 1，F1，Ctrl + W）。

7）打开视角控制面板（Ctrl +5，F5）。

8）从【帮助】菜单中打开说明气泡。

说明气泡提供即时的参考信息，注意在说明选单内的“说明气泡”选项旁边还有一个标记，此标记表示这个选单正在运行。移动指针到一个命令上，可以观察其相关的功能信息，如图 5-2 所示。

9）选择满屏显示（Ctrl + U）。

如果零件已经被保存过了，可能它已经被取消了缩放。

10）选择 ISO 视图（Ctrl + I）。

ISO 视图是一个以 45°观察图形的视图，该视图提供了最佳的观察图形的方位。

顶视图和前视图是建立几何外形及刀具路径的最好视图，而 ISO 视图则是观看工件切削模拟的最佳选择。

11）从【帮助】菜单中取消说明气泡功能。

也可以通过快捷键（Ctrl + B）来控制说明气泡的开关，如图 5-3 所示。



图 5-2　光标移动到相应位置，说明气泡信息提示

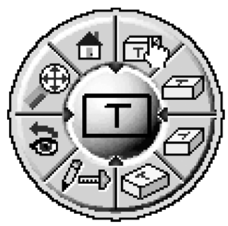


图 5-3　光标移动到相应位置，无信息提示

12）切换回顶视图。

13）再次单击按钮可以关闭视图控制面板。

5.3　自定义毛坯

在文件控制对话框中可以通过输入 X 及 Z 的坐标值的方式来建立简单的圆柱形毛坯，也可以通过另一指定的工作组群来定义一个自定义毛坯形状。毛坯形状会影响工件的加工，因此在“自动余隙”选项开启时用来计算毛坯的情况很有用。自定义毛坯的形状在模拟时也会显示出来。

1）单击按钮打开几何面板（Ctrl +2，F2）。

2）在几何创建面板上单击“工作群组列表”按钮。

也可以从主面板上进入该命令。该按钮也会同时进入一个下拉式选单，该菜单我们会在之后介绍，如图 5-4 所示。

3）点选创建新工作群组并重命名为“Stock”，这样第二个工作群组就创建了，并且就是当前的工作群组，旁边可以看见一个睁开的眼睛；同时你会发现目前屏幕上没有任何轮廓。

4）在工作群组名字上单击右键，选择工作群组信息命令，如图 5-5 所示。



图 5-4 群组对话框

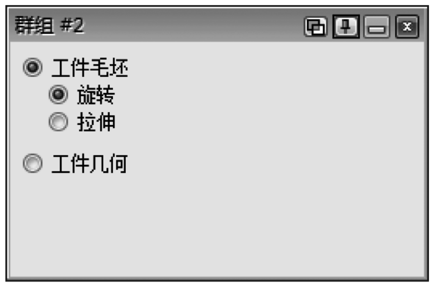


图 5-5 定义群组信息

“群组#2”对话框可定义其是否包含了零件几何和毛坯轮廓。

5）选择零件毛坯旋转选项。

6）关闭群组#2 信息对话框。

为了创建毛坯轮廓，需要观察已经建立好的零件几何。进入工作群组选项对话框后高亮度选项即为当前激活的工作组。

其他的工作组可以作为背景工作组显示，可以通过双击眼睛图标打开或关闭，背景工作组内的几何显示为灰色，不能进行编辑。

7）双击工作组#1 的关闭眼睛图标。

现在两个组的眼睛都打开了。工作组 2：Stock 为高亮显示，为当前激活的工作组，工作组#1 为灰色，为背景工作组，如图 5-6 所示。

8）关闭工作组列表窗口。

我们利用几何外形构建面板中的鼠标工具来绘制一个粗略的毛坯轮廓。



图 5-6 群组显示

9）单击“直线”按钮。

10）单击鼠标命令按钮。

屏幕上出现了鼠标命令对话框，它包含了 Z 和 Xd 参数值，此处我们可以通过鼠标的拉动来确定该值。栅格值表示通过鼠标点选的点的间隔精度值，如图 5-7 所示。

该零件最初的毛坯轮廓为两个不同直径的圆柱。绘制的毛坯轮廓不需要很精确，但不可以与零件轮廓相交叉。唯一的要求就是要确认底线必须沿着 X =0 的位置绘制，以保证能正



图 5-7　栅格设定

确地回转工件。

11）绘制毛坯轮廓如图 5-8 所示。

在切削模拟时会看见定义的毛坯。

12）打开“工作组选择”窗口，重新选择工作组。

13）选择工作组 1，如图 5-9 所示。

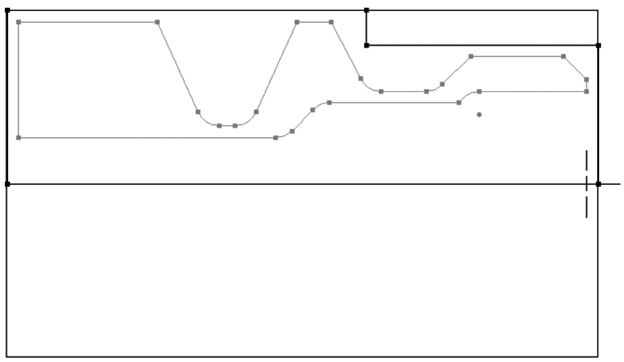


图 5-8　毛坯轮廓



图 5-9　选择工作组

14）关闭集合创建面板。

5.4　刀具列表

1）在主控制面板单击按钮打开刀具列表命令。

2）在刀具列表第一个空位双击鼠标左键。

“刀具创建”对话框包含了系统需要的所有刀具类型。设置正确的刀具参数非常重要，因为在计算或模拟刀路轨迹时都会参考这些刀具参数，刀具参数可以随时进行编辑，如图 5-10所示。

3）双击刀具列表项中位置#1，然后请选择 80℃嵌入式刀片，如图 5-11 所示。

嵌入式刀具的规格，包括刀尖半径、IC（内接圆）、厚度等。这些参数可以从标准列表中输入，也可以手动打开参数菜单。

刀柄也可以进行设置，单击旁边的滚动条箭头，会显示所有的选项列表。在滚动条旁边的说明会显示嵌入式刀具的角度及刀柄样式等详细的刀具信息。对于工件，第一个位置是要选择的，嵌入式刀具的红色圆圈位置为刀具的接触点。

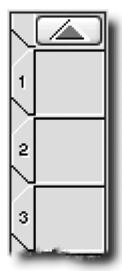


图 5-10　刀具列表项

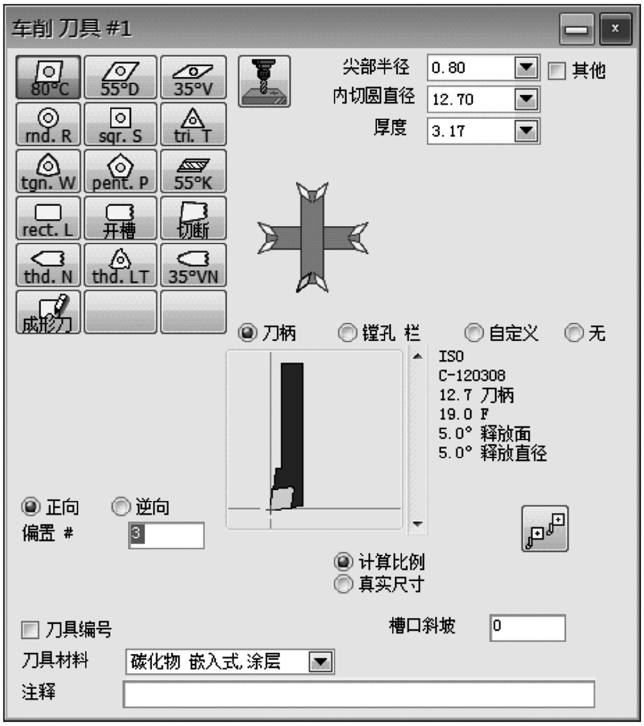


图 5-11　80℃嵌入式刀片

嵌入式刀具及刀柄参数选项也会影响到使用此刀具的刀路轨迹。在计算刀路时，系统会利用设置的刀具参数来计算刀路及进行干涉检查，因此这里设置的参数会直接影响到零件的加工。

4）在刀具列表位置#2 里双击鼠标左键。

直接双击新建#2 刀具会直接关闭#1 刀具对话框，并打开#2 刀具对话框，对话框里会显示嵌入刀具类型及刀尖半径等参数。

下一把刀具是钻头，因此必须切换到“铣刀定义”对话框。

5）单击“铣刀”命令按钮。

选择指定的钻头，如图 5-12 所示。

6）在刀具列表位置 #3 双击鼠标左键。

7）单击按钮进入车刀设置窗口。

8）选择 35°V 嵌入刀片。

9）输入刀具信息。

嵌入式刀具的方向一般都是保留上一把刀具的。嵌入式刀具的插入角度及刀柄类型也是保留上一刀具的，如图 5-13 所示。

10）创建嵌入式刀具#4。

双击打开“创建新刀具”对话框，参数设置如图 5-14 所示。

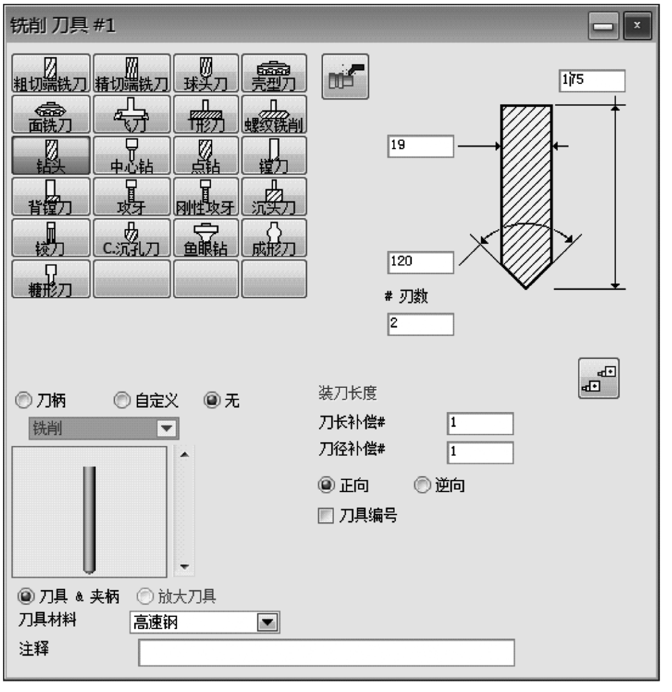


图 5-12　钻头参数设置

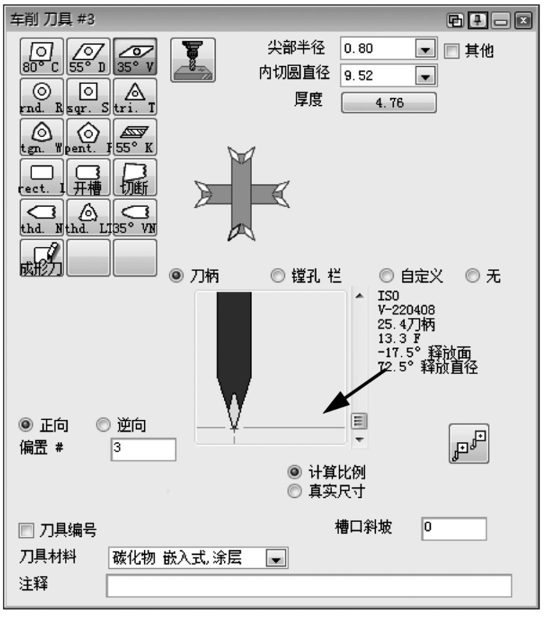


图 5-13　35°V 嵌入刀片

11）创建嵌入式刀具#5，如图 5-15 所示。

只有嵌入式刀具会根据输入的参数值自动绘制刀柄。

12）创建嵌入式刀具#6。

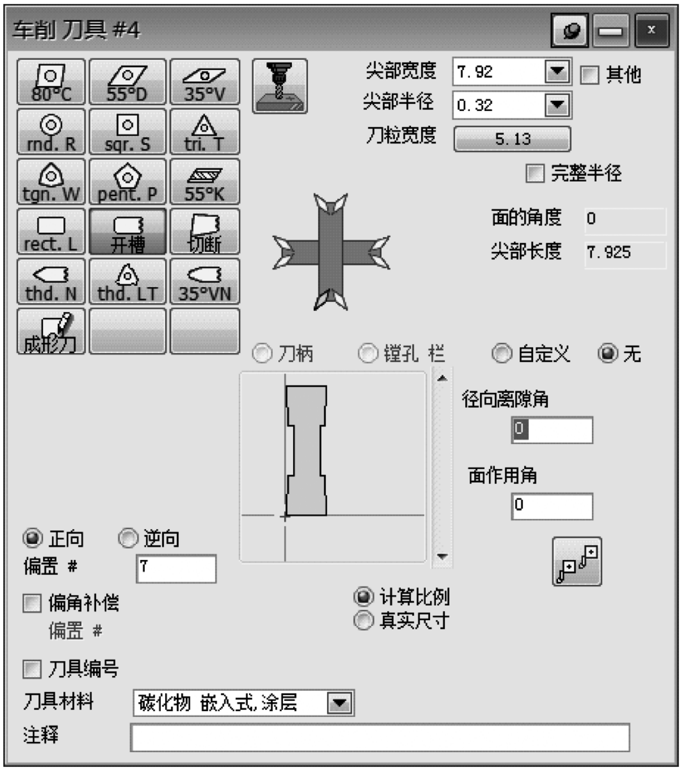


图 5-14　刀具参数设置



图 5-15　刀具参数设置

当“镗孔”选项被选中时，你会发现嵌入式刀具的方向会发生改变，如图 5-16 所示。

13）拉动刀具图片旁的滚动条会显示两个刀具位置。

刀具图片窗口旁边的滚动条的两个上下滚动箭头可以很轻易地控制滚动。如果想快速翻页，你可以按住鼠标拉拽，当一次翻一页时，箭头会变为红色。

14）创建嵌入式刀具#7。

一旦攻牙的形式和 TPM（每毫米的牙数）或间距值设置好了，刀具宽度和刀具样式系统会自动设置到希望的值，如图 5-17 所示。

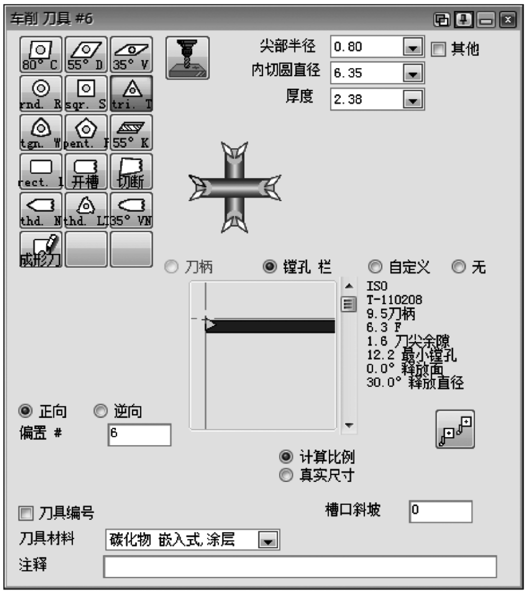


图 5-16 镗孔刀具设置

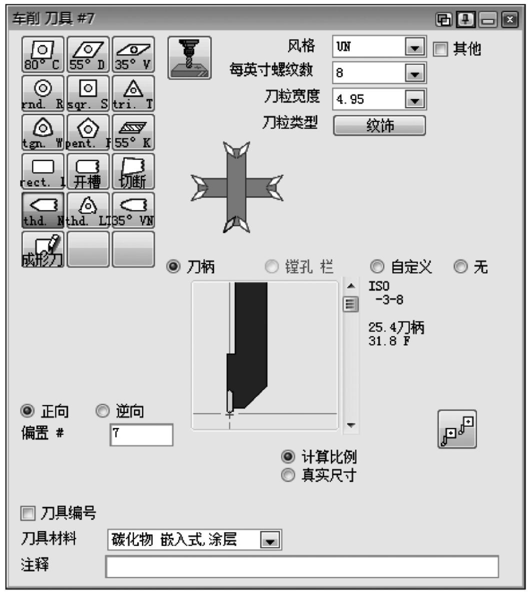


图 5-17 刀具参数设置

15）创建嵌入式刀具#8，如图 5-18 所示。



图 5-18 刀具参数设置

16）关闭车刀#8 对话框。

加工此工件需要的刀具都已经创建好后，如果要重新观察刀具的详细参数，我们可以通过菜单栏的【窗口】→【刀具摘要】来观察，如图 5-19 所示。



图 5-19 刀具摘要

刀具摘要包括了当前所有刀具的参数信息。

刀具参数信息还可以通过菜单【文件】→【打印】→【刀具摘要列表】打印出来。在刀具摘要列表打开的状态下直接按快捷键 Ctrl + P 就可以打印。刀具摘要窗口可以任意缩放，所有显示在屏幕上的刀具摘要都可以打印和保存。

17）关闭刀具摘要列表窗口。

5.5 创建程序

1）在主控制面板上单击“命令”按钮 。

此时会出现 3 个控制面板：加工、程序创建列表、操作列表，如图 5-20 所示。

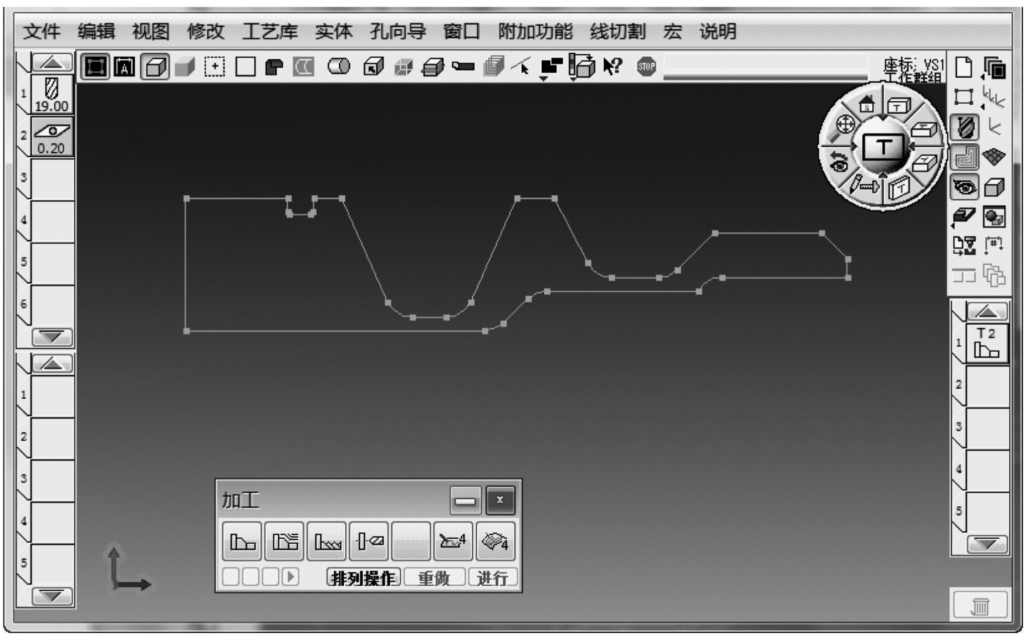


图 5-20 加工、程序创建列表、操作列表

加工面板内包含的功能有车削的钻孔、轮廓车削、粗车及车螺纹。

程序的创建是拖拽一把刀具和一个加工策略到工艺列表内所建立的。当单击“进行”或“重做”按钮时，程序将会创建在工艺方块内。

要加工任何零件，必须先创建程序，而操作程序则是经由完整的处理程序所建立的。创建一个处理程序需要一把刀具和一个加工策略（粗车、轮廓铣削、钻孔、车螺纹）。在本范例中，我们将先介绍所需的加工操作程序，再详细说明建立操作程序的详细步骤。

首先，我们会创建一个面对工件正面的操作程序。

选择轮廓车削功能并拖拽到处理程序列表的第一个方块位置，如图 5-21 所示。

2）拖拽 1 号刀具到处理程序列表的第一个方块位置，放在刚创建的轮廓车削方块上。

当把刀具拖拽到第一个位置时，显示刀具数量是 1，而且当刀具拉入到车削轮廓方块后车削处理参数对话框就自动弹出，如图 5-22 所示。

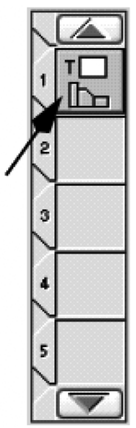


图 5-21　加工策略拖拽位置

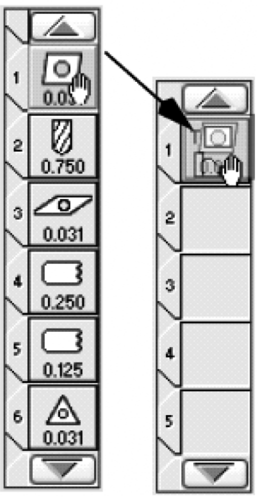


图 5-22　刀具拖拽位置

3）将图 5-23 中的参数输入到“轮廓车削处理”窗口中。

要定位切削工件面的刀具位置，需要刀具沿着 Z 轴进刀及退刀，这是很重要的。因此此处需要选择“端面”选项。

对于此程序，只选中了“仅剩余材料”选项，因此系统在端面上不会生成不必要的刀路轨迹，如图 5-23 所示。

4）关闭轮廓车削参数框。

当程序参数框设置完后，就必须定义加工轮廓了。加工标记如图 5-24 所示，用来指定车削轮廓的命令。

5）选择 Z =0 位置的铅垂线。加工标记会出现在选定的图素上，该标记用于指定切削的起始点和终止点，因此可以通过鼠标拉拽标记上的点到我们指定的位置。箭头用来控制切削方向，两个圆形则是用来选择刀具的偏移方向。

在这个例子里，起始点及终止点图元会停留在它们一开始的地方，因为只需要选定一个图元来切削工件的端面，起始点和终止点标记被拖拽到不同的位置。起始点及终止点可以放在线段任意位置，即使是被截断的线。



图 5-23　加工参数设置

6）选择外侧的圆圈，这表示工件的外侧，如图 5-25 所示。

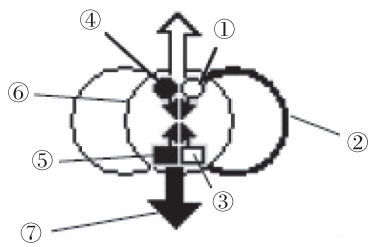


图 5-24　加工标记

1—起始点　2—偏置切削　3—切始特征

4—终止点　5—终止特征　6—中心切削　7—方向

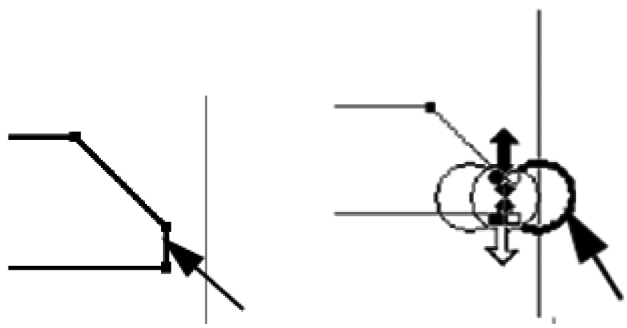


图 5-25　加工对象选取

7）选择向下的箭头。

将从外部直径进入，并使刀具通过中心确保整个端面均加工到，如图 5-26 所示。

拉拽起点标记（白点）到工件如图 5-27 所示位置。

因为该程序前面选择了“仅剩余材料”选项，起点及终点标记并不需要放在准确的位置上，就可以清除材料。

8）拉拽终点标记（黑圆圈）拉拽到图 5-28 所示位置，尽量靠近原点。

如果终点标记没有放置在合适的位置，可能不会产生刀路轨迹。产生这样的错误一般是因为终点坐标放置在了错误的一侧，如图 5-28 所示。

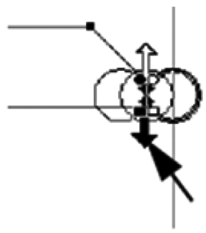


图 5-26　选择向下箭头

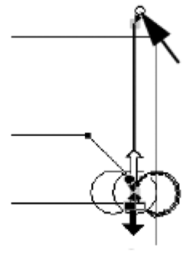


图 5-27　起始点加工标记

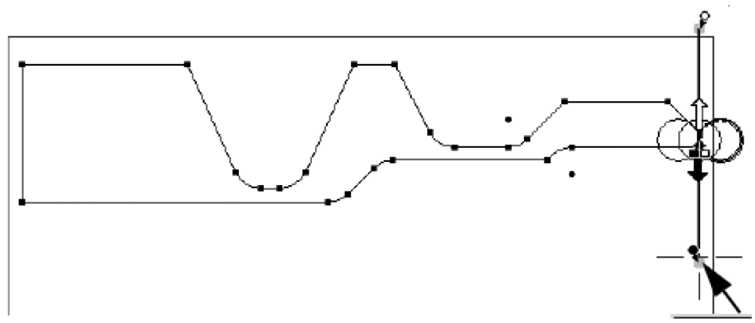
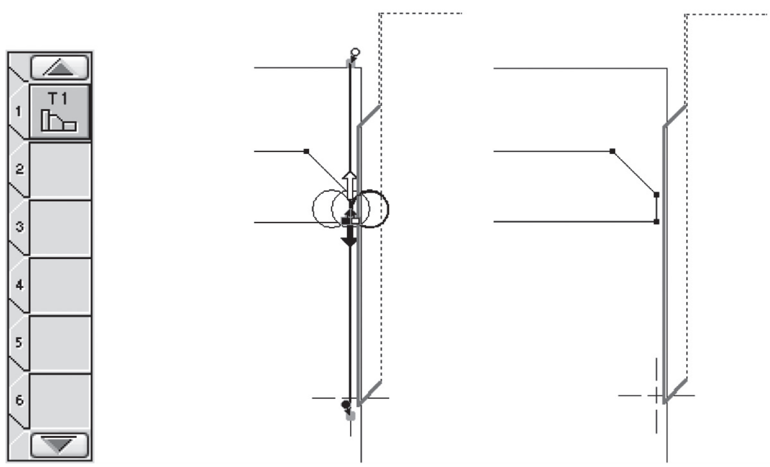


图 5-28　终点加工标记

9）单击加工面板上的“进行”按钮，一个操作程序会显示在右边的程序列表的第一个方块位置，并且会在屏幕上生成进刀及退刀和刀具路径。其中橘黄色线条为切削刀路轨迹，灰色线条为定位移动轨迹，切削刀路轨迹线及定位实线都表示进给运动，而两种颜色线条线之外的虚线表示快速移动，如图 5-29 所示。



a）程序列表　　b）刀具路径

图 5-29　计算后结果

图 5-29b 显示的是没有加工标记的刀路轨迹，可以很方便地观察刀路；如果要想观察没有加工标记的刀路轨迹，只要在工件外任意位置单击鼠标就可以了。灰色虚线为刀具快速移动的刀路轨迹，从参数框指定的位置到起点的刀路轨迹。

你会发现在刀路轨迹的起点和终点有斜线，这些是因为自动余隙开启时被加入的进刀及退刀定位移动。它们的角度是沿着嵌入式刀片中心线的角度的。在开始刀路轨迹之前刀具可以安全快速地到达的位置是由前面新建对话框里输入的自动余隙值所决定的。

10）取消被选中的操作程序的方法，可以直接点选空的操作程序位置，也可以点选操作程序之间的插入点位置，如图 5-30 所示。

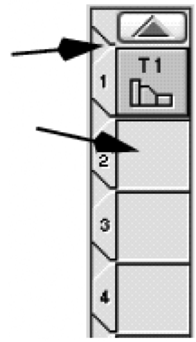


图 5-30　点选空白操作

被选中的程序为高亮的黄色显示，未选中的为灰色显示。

5.6　创建操作

当操作完全完成，在进行下一步之前，必须取消所有选定的操作程序，取消后，它们就固定在操作程序列表中，且不会受到其他处理程序的影响。操作程序也可以进行编辑，但必须双击重新激活它。

1）拖拽处理程序列表第一个位置的程序到回收站里。

当建立一个新的处理程序时，你可以丢弃列表中旧的程序或是修改它们以建立新的操作程序。在本范例中，我们丢弃旧程序重新生成。但需要注意，当单击“执行”按钮时，所有处理程序列表中的程序都会用来创建操作程序。

后面我们将创建粗车和精车工件轮廓的程序。此处我们将用到多重处理程序的方式来完成，它可以让多重处理方块应用在单一的切削形状上，这是个高效的编程工艺。

2）使用 1 号刀具创建粗车程序。

恰当的设置刀具位置以粗车工件 OD，要求刀具沿着 X 轴方向进刀或退刀。因此，选择进刀形式时必须选择“OD”选项，如图 5-31 所示。

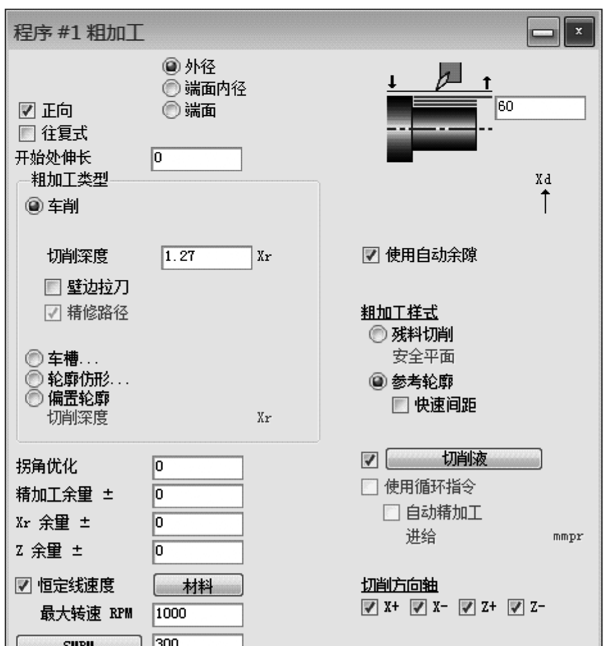


图 5-31　车削粗加工

车削会使用不同的粗加工循环，共有三种：插入、轮廓仿形、偏置轮廓。这三种循环可以生成不同的刀路。如果“筒状”选项被选定，切车床支持筒状循

环，软件会以筒状循环输出这些粗车程序。如果不支持，后处理器会输出每个粗车工件的必需的移动。

轮廓仿形粗车循环是标准的轮廓粗车循环，对于轮廓仿形粗车，进刀方式所选择的是（OD，ID，前面），决定了以何种方式输出粗车程序。

插入粗车循环是用来建立切槽程序的，此功能是当使用切槽刀具进行粗车工件时使用。偏置轮廓粗车循环通常是粗车铸件时使用。该循环会建立工件的轮廓，并转换此刀具路径到每个连续的切削上，直到每个指定的区域加工完毕。

此程序，我们将选择轮廓仿形选项进行粗车。如选择该选项，会弹出一个参数窗口，要求输入一个切削深度值，该参数表示每层切入的深度。

此处，切削深度值输入 0.1，Xr 表示这是个半径值，这表示每个循环会从每边切除 0.1mm 的材料。

切削方向轴选项允许用户可以调整切削形状的轴及方向。取消一个选项轴（例如 X－）可以避免切削时移动到不允许的方向。如需了解更多关于该参数设置的信息，请参考相关章节。

此程序里，“X－”选项未被选中，这样可以避免刀具在 X－方向上移动。

精加工余量 ± 对话框是用来指定工件粗车后零件表面的余量值。该余量值我们将在精车轮廓时切除。

3）关闭“粗车程序参数”对话框。

4）选择 3 号刀具在 2 号位置创建另一个粗车程序，如图 5-32 所示。

该程序主要是在工件上进行粗车切槽，再一次选定 OD 为进刀方式，因此刀具仍然会沿着 X 轴方向进刀和退刀，然后选择轮廓仿形选项粗车并设置切削深度值。

“只考虑材料余量”选项被再次选中来进行粗车，因此此次建立的程序只会切削前一程序加工后残留的剩余材料，当使用系统的多重处理程序时特别有用，进给移动只会产生在有残料的地方，刀具会在保持安全距离之外尽量采取快速走刀。

为了在整个切削形状周围保留指定的余量，也可以在每个轴方向输入余量，如图 5-33 所示。

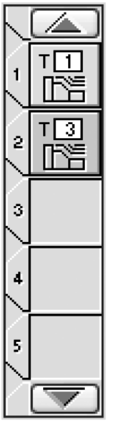


图 5-32　粗车程序位置

5）关闭该粗车程序窗口。

6）选择 3 号刀具在 3 号位置创建轮廓车削程序，如图 5-34 所示。

7）关闭“轮廓车削程序”对话框。

现在处理程序列表已经完成，我们将定义切削形状。

8）点选如图 5-35 所示的倒角。

加工标记会出现在被选定的图素上。

9）点选外侧的圆圈。

10）点选向上的箭头。

11）拖拽起点到如图 3-36 所示的位置。

起点及终点并不需要放置在精确的位置上，只要能清除完材料就可以了。

12）拖拽终点特征（黑色方块）到如图 5-37 所示的工件外形上。

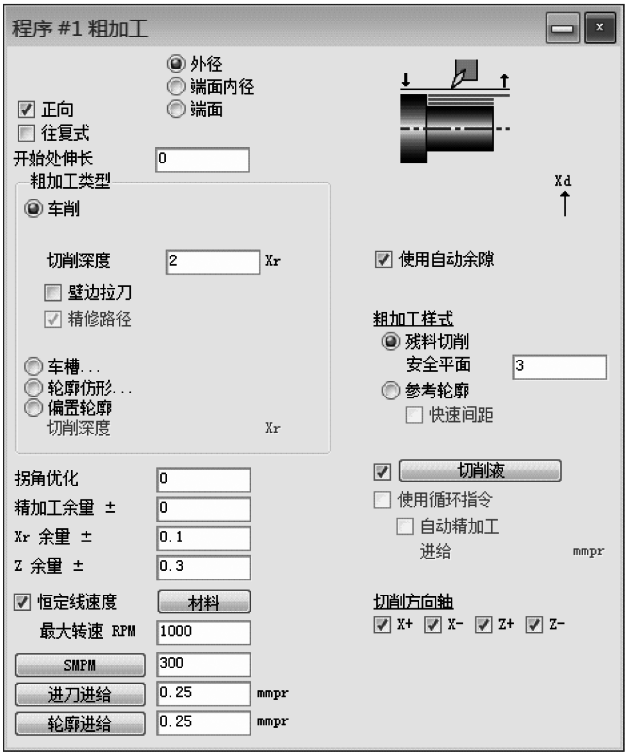


图 5-33　粗车参数设置

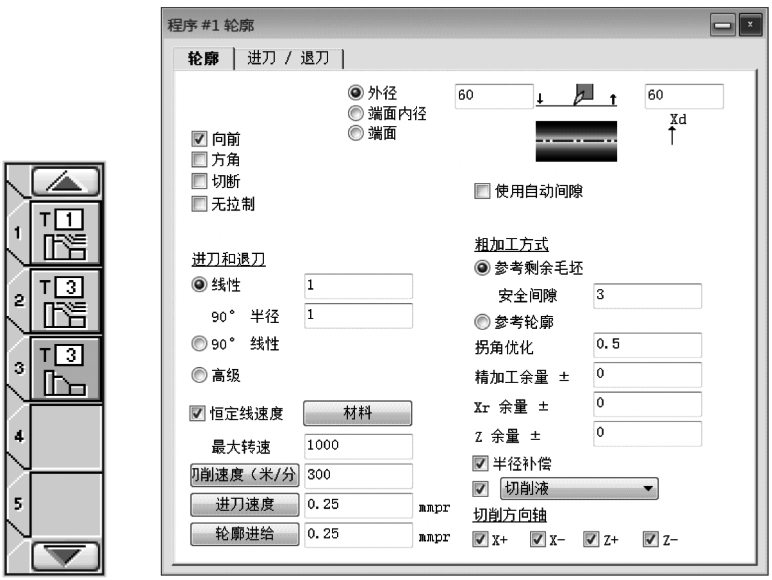


图 5-34　程序位置以及参数设置

终点特征标记会自动随着终点特征移动。该标记可以通过按下 Ctrl + Shift 键并单击终点特征来放置。当定位任何一个加工标记到几何特征时，只需放置其箭头部分到几何特征即可，如图 5-37 所示。

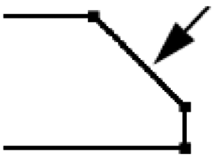


图 5-35　车削位置

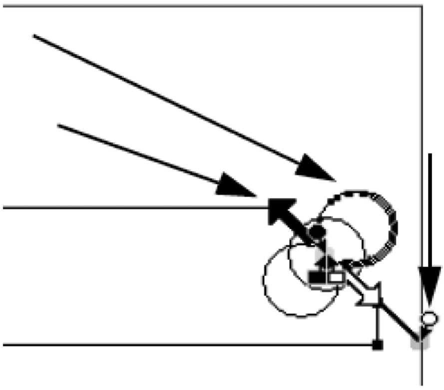


图 5-36　拖拽操作点

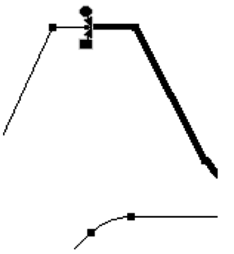


图 5-37　任意放置终点标记

13）将终点标记拖拽到如图 5-38 所示的位置。蓝色的线条就是切削刀路轨迹线。注意中间的 V 形槽以及 O 形槽并不包括在此切削内。

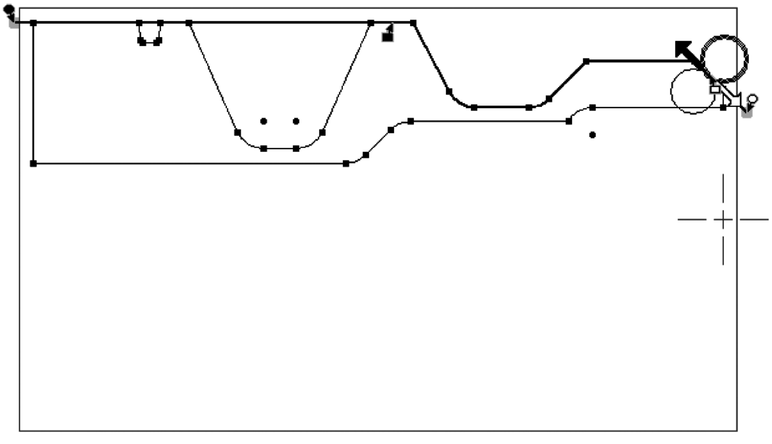


图 5-38　拖拽位置

14）单击“进行”按钮将创建刀路轨迹。如果产生错误，应编辑程序然后单击“重做”按钮重新执行。

创建了 3 个程序。现在操作列表中应该有 4 个程序了。

每个操作程序的刀具定位移动及刀路轨迹都会在屏幕上生成。为了更好地观察刀路轨迹，我们会单独观察第一个粗加工程序的轨迹。

15）选择 2 号程序。点选一个程序它会变为高亮显示，这样不会打开任何窗口，也不会创建其他程序，如图 5-39 所示。

16）打开视角控制面板。

17）单击“重绘”按钮（Ctrl + R），如图 5-40 所示。

只有选定的操作程序的刀路轨迹才会被重新绘制。使用多重处理的程序观察某一个程序特别有用，如图 5-41 所示。

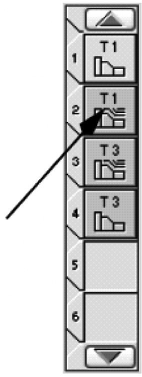


图 5-39　选择程序

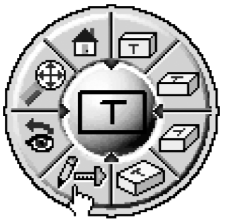


图 5-40　选择重绘命令

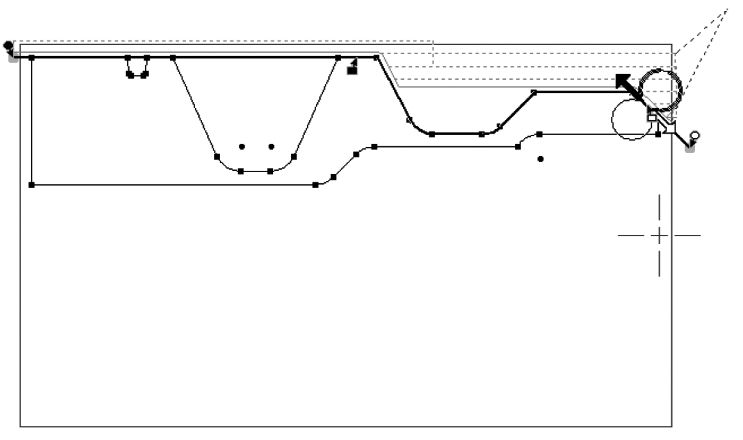


图 5-41　显示后的刀具路径

注意现在自定义的毛坯轮廓会被考虑进去，因为自动余隙已经开启，“只考虑材料余量”的选项也被选定，而且，建立的刀路轨迹没有斜向切槽，因为 X－加工方向选项被取消了。

灰色虚线表示刀具从前一个程序的终点快速移动到当前程序的起点，以及在程序结束时移动到刀具变换位置。

现在操作程序已经创建好了，接下来进行加工模拟。有几种方法可以验证建立的刀具路径是否正确。观察刀具路径，如同目前我们所做的，是其中之一。另一种方法就是作工件的实体模拟，它可以让我们观察刀具如何去除材料及切削的整个过程。

18）选择【视图】→【ISO 视图】。

19）打开模拟控制面板，如图 5-42 所示。

切换工作模式到模拟环境。初始定义的毛坯会实体显示。如果要显示工件几何可以通过【视图】→【显示几何】来显示（Ctrl＋［），如图 5-43 所示。

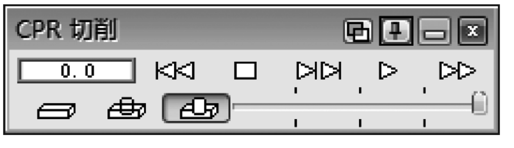


图 5-42　CPR 模拟面板

20）单击“播放”按钮，切削模拟

控制面板也显示在屏幕上。

21）单击“显示实体刀具”按钮。

22）单击“播放”按钮，工件可以在程序建立好后的任何时间进行切削模拟，毛坯以蓝色显示，选定的程序模拟时会以黄色显示，其他程序会以灰色显示。当发生干涉碰撞或过切时会以红色显示。模拟的结果如图 5-44 所示。

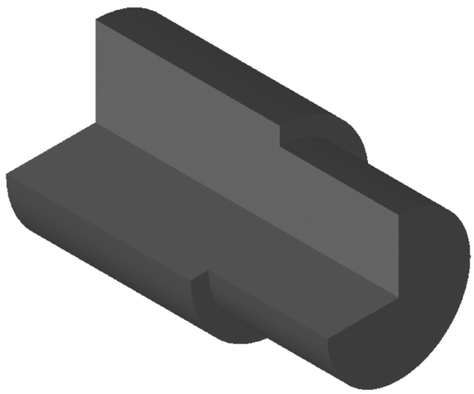


图 5-43　显示结果

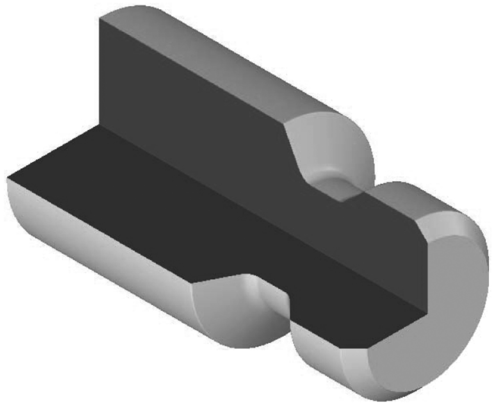


图 5-44　模拟后结果

23）关闭“模拟”对话框。

24）选择“顶视图”命令或按 Ctrl + E。

该命令功能等同于 CS1 里的 Home 视图，如图 5-45 所示。



图 5-45　视图切换

单击空的程序方块位置可以取消当前程序的选择，也可以单击两个方块之间的点位置来取消选择。

按住 Shift 键点选这三个程序拉拽到回收站。你也可以使用 Delete 键删除。

25）选择 4 号刀具创建第一个粗车程序，如图 5-46 所示。

选择 OD 进给方式，因此刀具会沿着 X 轴方向进刀和退刀。为了粗切削循环再次选定“只切余料”选项。同样，凹槽部分的余量会留到下一个精加工程序切削。

该程序中，我们选择插入方式进行粗车循环。

当选择插入方式为粗车方式，会弹出一个参数设置对话框。只要选择“插入”选项，就会弹出相应的参数对话框。

26）输入如图 5-47 所示的参数。

插入角度表示插入刀具插入的角度，系统默认的角度为 270°，表示刀具垂直插入。

此程序，我们选择计算选项作为切削宽度。此选项会选取不同的切削宽度以符合切削形状的每个图素的终点。输入的 Z 值表示刀具在每个循环之间的最大间距。选定中心向外切削选项会使刀具第一次插入时在槽的中点位置，然后再向外粗车。

在本切槽程序中，选择啄切全退回选项是因为此槽相对较深，而且为了要切除所有的材料，刀具啄切完成后完全退出工件。在啄切栏设置的值为每次啄切插入的距离，安全间隙为距离下次啄切开始前剩余材料的距离。

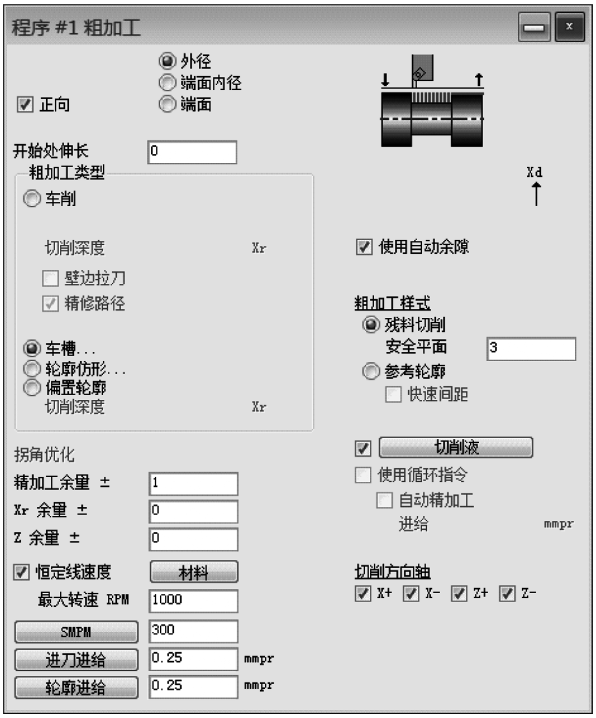


图 5-46　参数设置



图 5-47　参数设置

27）选择 4 号刀具创建第 2 个轮廓切削程序。

在此处理程序中“无拖拽”选项开启，因此刀具路径是在只有嵌入式刀具角度是正的前提下建立的。指定的切削轮廓会分成几个部分来加工，如图 5-48 所示。

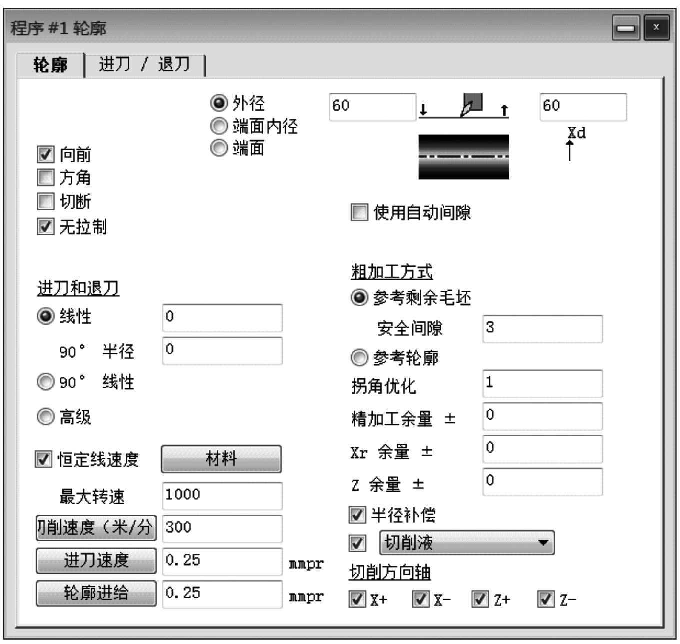


图 5-48　参数设置

28）选择 5 号刀具创建第 3 个粗车程序。

选择 OD 进刀形式，因此刀具会沿着 X 轴方向进刀和退刀。此粗车我们选定“只切余料”选项，同样，凹槽部分的余量会留到下一个精加工程序切削。开粗样式选择插入方式，如图 5-49 所示。

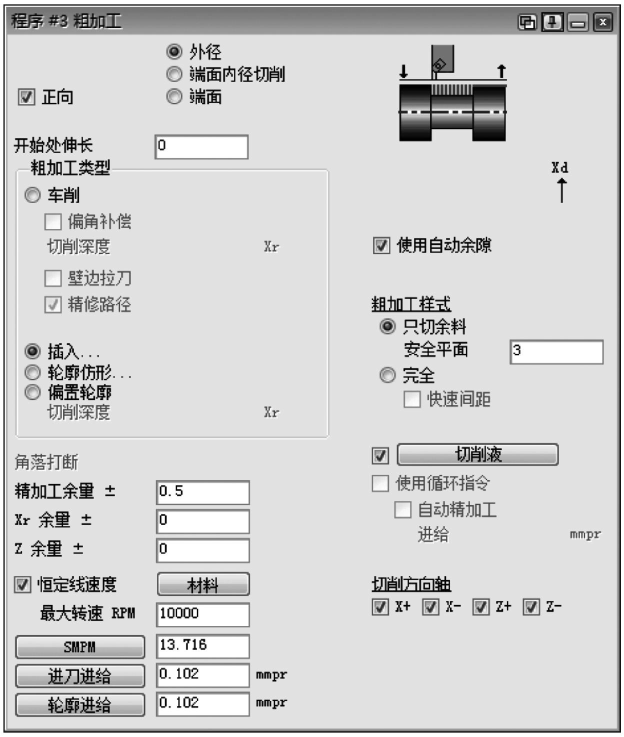


图 5-49　外径车削参数设置

29）输入图 5-50 所示的参数到“插入”对话框中。

切削宽度选用精确的选项，刀具会在每次循环时间间隔设定的值而不考虑切削轮廓的终点，第一次插入选用啄切退回选项，啄切值表示每次插入的深度值，而退回值表示在每次啄切后刀具退出的距离值。

30）选用 5 号刀具创建第 4 个轮廓切削程序，如图 5-51 所示。

现在我们要定义处理程序列表所需要的切削轮廓。

31）点选图 5-52 所示位置的工件轮廓。

加工标记会出现在选择的轮廓上。

32）在终点特征上单击右键，在弹出菜单选择移动终点特征，所以加工标记出现在如图 5-53 所示的位置。

请确认选择了外侧的圆圈和向左的箭头。蓝色的切削轮廓应该包括了 V 形槽及 O 形密封圈槽。

33）创建刀路轨迹。

该刀路轨迹会适当地粗切并精车 V 形槽及 O 形密封圈槽。注意，该刀具路径不包含不必要的刀路移动。“只加工余量”选项让我们可以充分利用多重处理程序而不会产生空走刀，

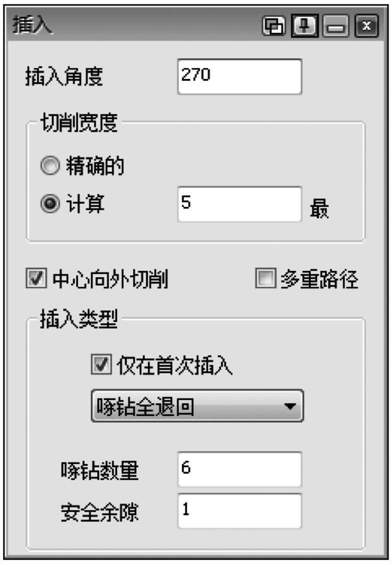


图 5-50　插入参数设置

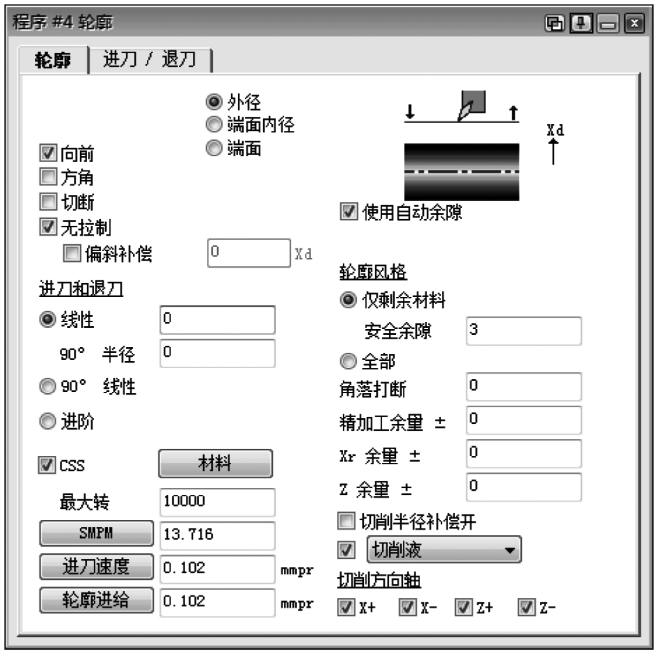


图 5-51　轮廓车削参数设定

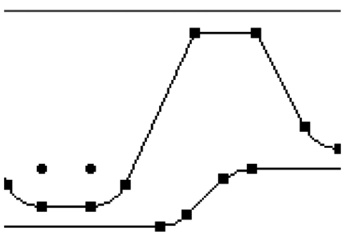


图 5-52　加工轮廓位置

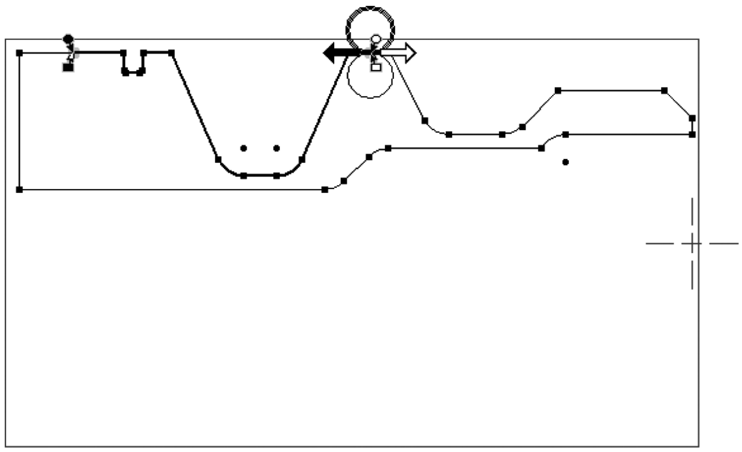


图 5-53　加工标记定义

如图 5-54 所示。

34）转到 ISO 视图（Ctrl + I）。

35）模拟程序。

在模拟过程中，你最好选择“无拖拽轮廓”选项。注意，刀具会精车槽的一侧，快速抬起并结束，然后精车槽的另一侧，一直使用嵌入式刀具角度的正向切削，如图 5-55 所示。

36）退出模拟模式。

37）转到顶视图（Ctrl + E）。

38）取消所有操作选项。

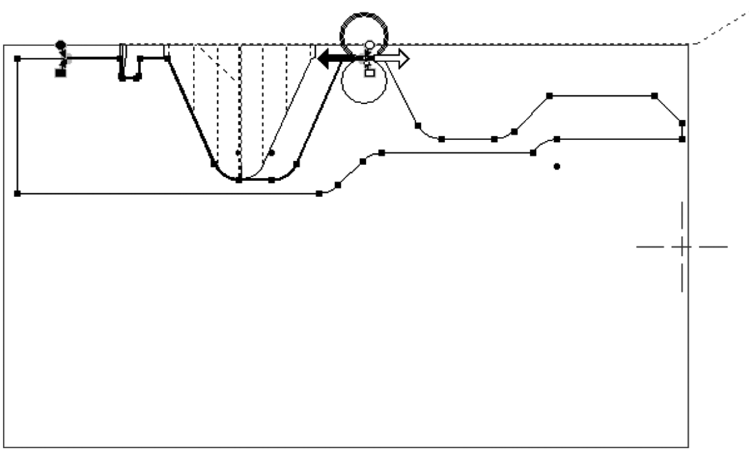


图 5-54　创建车削路径

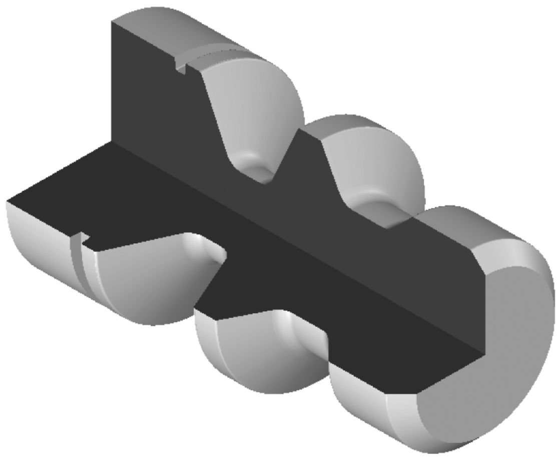


图 5-55　车削模拟后效果

39）使用菜单【编辑】→【全选】（Ctrl + A）所有处理程序，然后单击“删除”按钮或拉拽到回收站里。

除了螺纹，工件的外轮廓已经加工完成。

5.7　创建程序——内径

现在，我们将给工件创建钻孔及粗车内孔和精车内孔程序。

1）使用 2 号刀具创建钻孔程序。

钻头进给的深度值是由输入的刀尖 Z 值来控制的。可以在对应的参数对话框中输入完整直径及刀尖直径位置值，这些值会使刀尖 Z 值被重新计算，刀尖 Z 值会输出到后处理中。

钻孔时钻头不可能通过一个刀路就把工件钻完，因此选中“啄钻全退出”选项。因为是啄钻，且为全退出模式，所以钻头会在每次啄钻后快速退出工件。

在“啄钻参数”对话框输入表示刀具每次循环啄钻进入工件的距离。下一次啄钻动作

会从距离前次啄钻所留下的材料的一个间隙值的位置开始。

钻孔操作不需要选择任何几何外形，一个标准的车床钻孔程序只会沿着 X＝0 的位置。因此，加工标记的放置只适合粗车及轮廓车削程序，如图 5-56 所示。

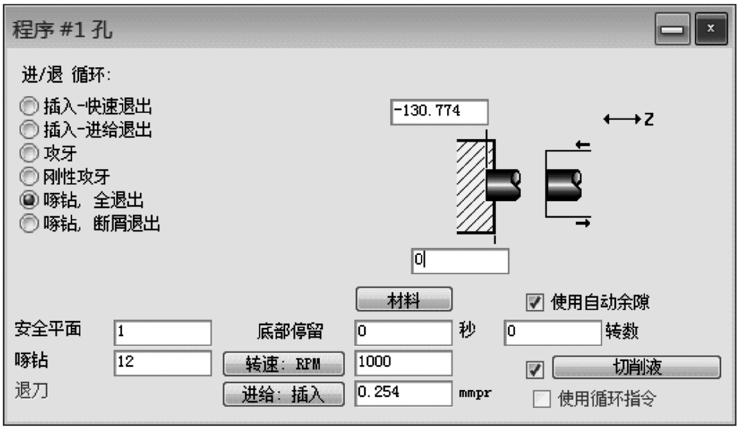


图 5-56 孔加工参数设定

2）使用 6 号刀具创建第 2 个程序。

前面选择了 ID 进给形式，因此刀具是沿着 X 轴方向进刀和退刀的。选定旋转粗车循环且每个轴的毛坯数量会分别输入，如图 5-57 所示。

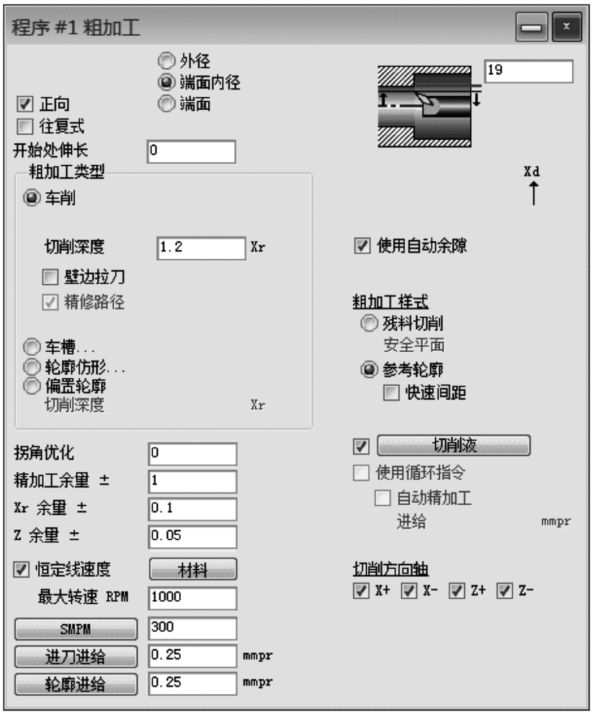


图 5-57 内孔车削参数设置

3）使用 6 号刀具创建第 3 个程序。

选择 ID 进刀方式和“只加工余量”选项，如图 5-58 所示。

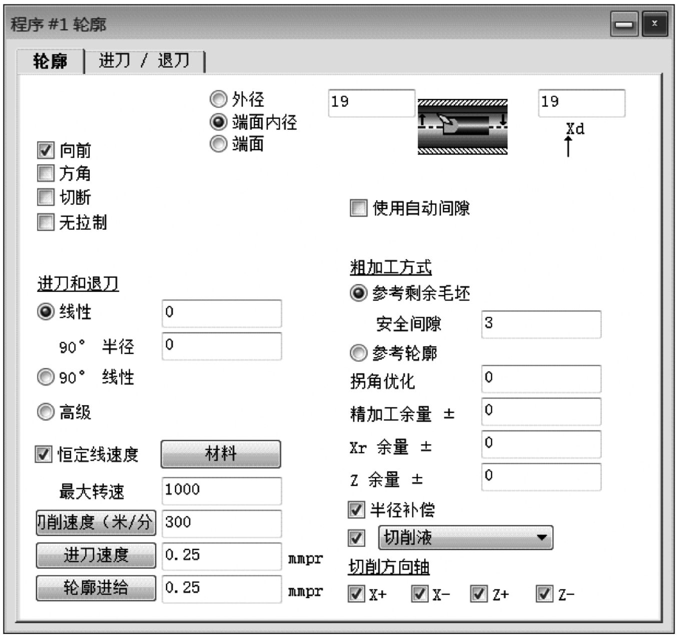


图 5-58 轮廓车削参数设置

4）将加工标记放置在如图 5-59 所示的地方。

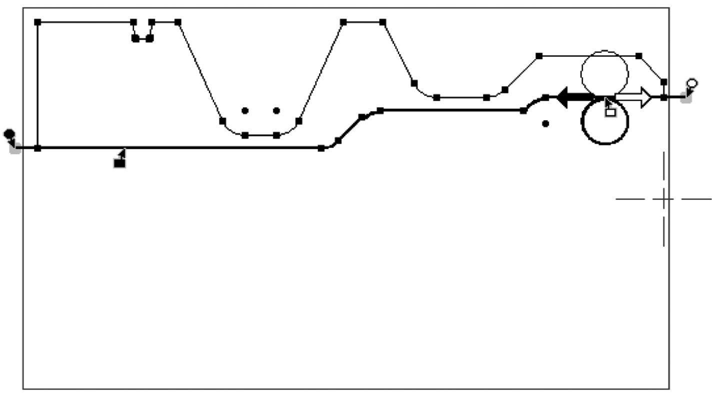


图 5-59 加工标记位置

5）创建刀路轨迹。

X＝0 处的橙色虚线表示在钻孔操作时啄钻进入刀尖 Z 值深度之后快速退刀的路径，如图 5-60 所示。

6）切换到 ISO 视图。

7）模拟程序，结果如图 5-61 所示。

8）取消选择程序。

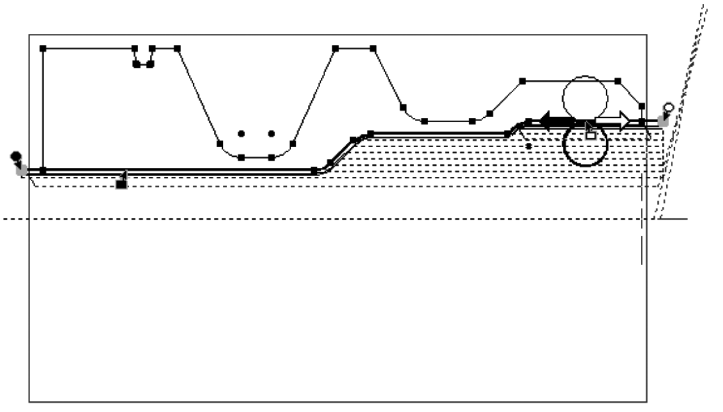


图 5-60　车削刀具路径

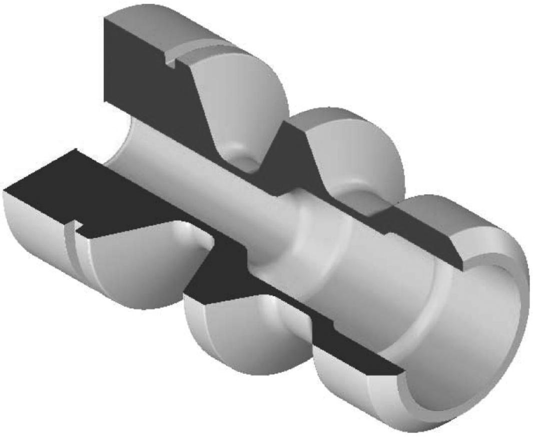


图 5-61　模拟后结果

9）清除处理程序列表。

10）接下来我们要创建最后两个程序。

11）切换回顶视图。

5.8　车螺纹

下一步，我们将创建车螺纹的程序。

1）使用 7 号刀具创建车螺纹程序。

这些螺纹参数值可以通过机械手册查到，并通过输入的值计算出理想的螺纹。

螺纹的小径 Xd 的值是根据中径 Xd 值和要求的螺距来计算的，而螺纹的高度值是根据公式（大径 - 小径）/2 计算得到，改变中径 Xd 就会改变大径、小径及螺纹高度值。

选择“定量负荷”选项，因为我们想要使每次循环刀具的载荷都一样。选定“最后切削”选项，并在旁边输入相应的值，用来防止最后一刀如果小于设定的值就不加工。该值也是最后一刀切削余量的深度值。

车螺纹操作并不需要选择轮廓，输入的螺纹加工参数将决定螺纹的位置，如图 5-62 所示。

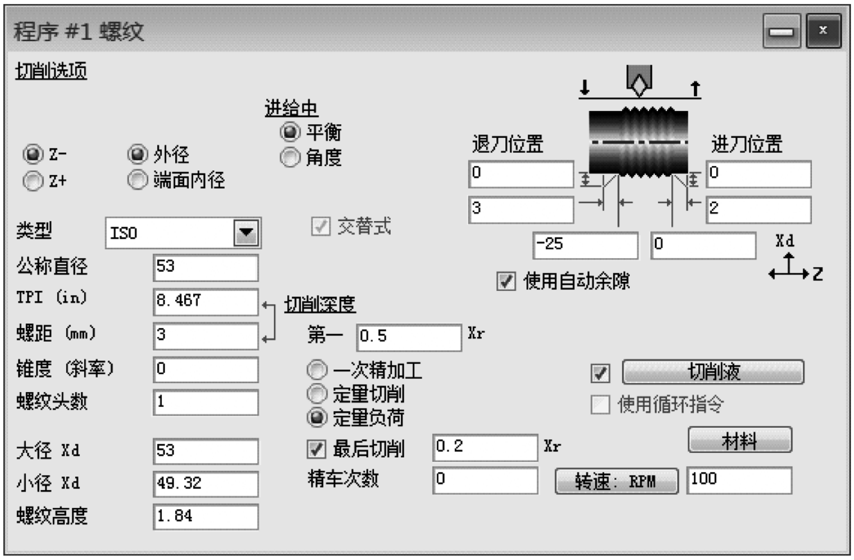


图 5-62　螺纹加工参数设置

2）计算刀路轨迹，如图 5-63 所示。

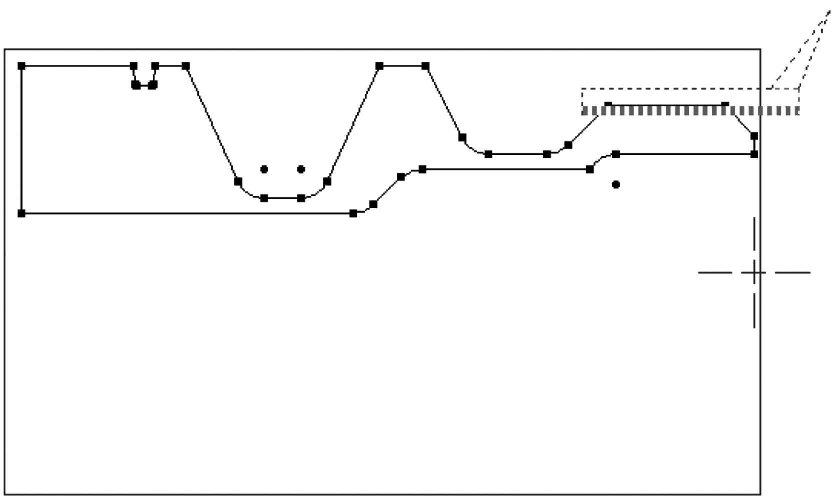


图 5-63　计算后刀具路径

5.9　切断

最后，我们将创建一个程序将工件从棒料上切下来。

1）选择 8 号刀具创建轮廓切削程序。

选择 OD 进刀方式，刀具沿着 X 轴方向进刀和退刀。开粗类型选择“只加工余量”选

项并设置间隙值 0. 25。间隙值相对较大以确保刀具不会干涉到加工好的工件。选中“切断”选项，在后处理中会输出相应的控制码以将工件从棒料上切下来，如图 5-64 所示。



图 5-64 切断操作对话框

2）关闭轮廓车削程序对话框。

3）选择如图 5-65 所示的切断轮廓线，将加工标记放置如下：确保终点要超过 X0 位置，起点要在毛坯轮廓外。

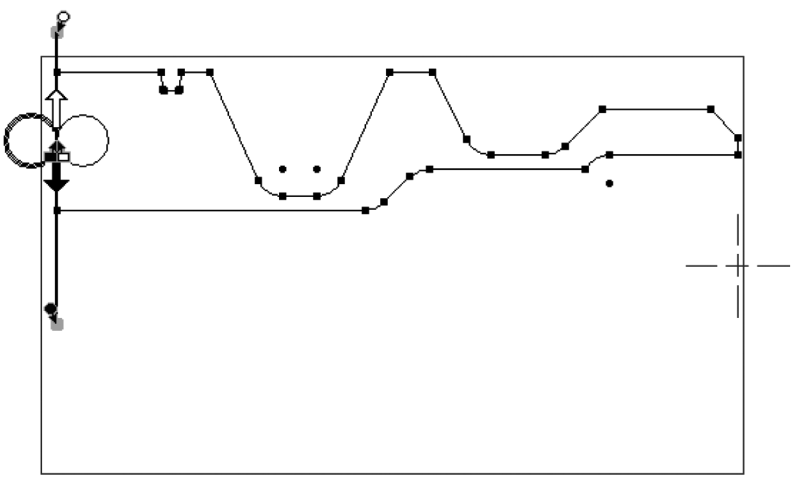


图 5-65 定义切断轮廓

4）计算刀路轨迹，如图 5-66 所示。

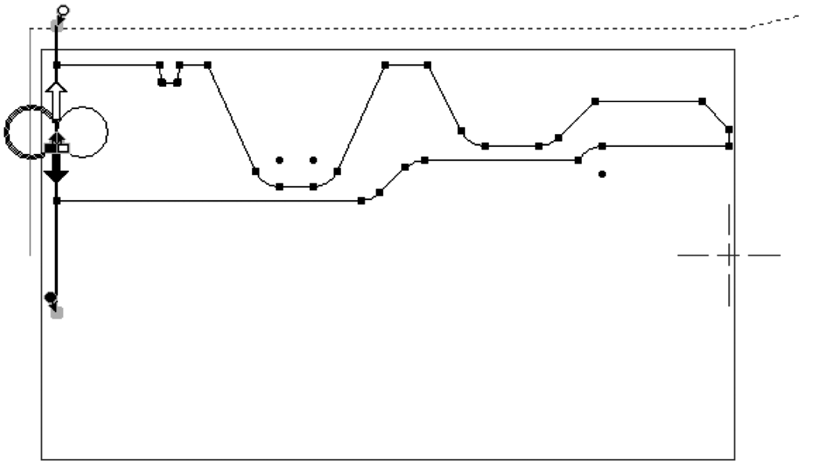


图 5-66　计算后车削路径

最后我们将使用分类选项功能将程序组织起来，以提供最有效的加工顺序，减少换刀次数。

5）在程序列表上单击右键选择“操作管理”选项。

唯一需要改变的只有使用号刀具的钻孔操作程序要往上移动到列表的 3 号位置。

每当程序的操作顺序改变，最好确认一下所建立的定位移动及刀具路径仍然有效。当使用“自动余隙”和“只加工余量”选项时，在建立每个程序的刀具移动时系统会考虑材料的状况，改变操作程序的顺序可能会改变之前操作程序的材料状况。模拟工件是一个检查刀具路径的好方法。

6）切换到 ISO 视图（Ctrl + I）

7）模拟程序（F6），结果如图 5-67 所示。

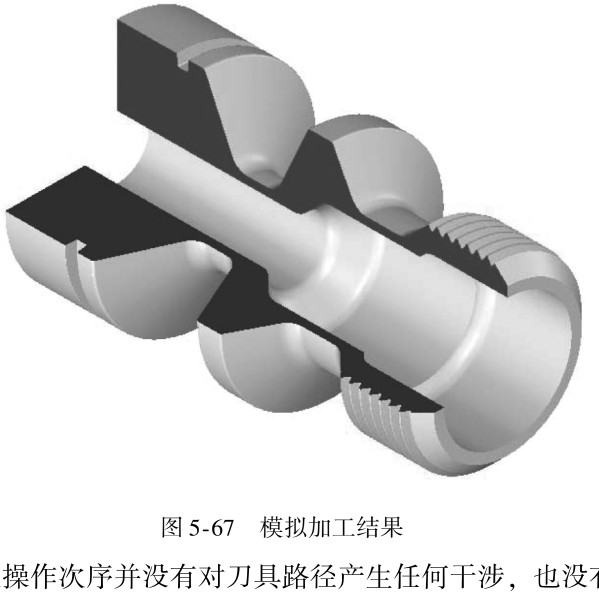


图 5-67　模拟加工结果

在该范例中，改变操作次序并没有对刀具路径产生任何干涉，也没有影响刀具路径及定位移动和效率。如果有任何问题，我们需要重新处理现有的操作程序，系统会根据改变重新

计算程序。重新处理程序也十分简单，只需要选择菜单【编辑】下的【重新计算所有程序】命令就可以了。

5.10 后处理

现在所有的加工程序已经建立好，并且经过效验，接下来我们需要进行后处理。后处理会建立一个纯文本代码，就是 CNC 机床加工工件需要的代码。

1）打开“后处理”对话框。在“后处理器”对话框可以选择一个后处理文件，然后会生成一个后置文件，可以使用“机床通信”按钮输出到机床。后处理界面如图 5-68 所示。

2）单击“后处理器”按钮。

3）选择一个车的后处理。

4）单击“打开”按钮，被选的后处理器名称会出现在按钮旁边的对话框中。

5）单击“程序名字”按钮。程序名称默认的是工件名称。

6）单击“保存”。一旦你选择了一个后处理器并将此程序命名保存了，输出后处理程序的处理按钮就处于可执行状态了。

7）单击“纯文本窗口”按钮。该窗口允许浏览输出的 G 代码。

8）单击“处理程序”按钮，这将会创建一个可以输出到机床的代码文件，如图 5-69 所示。



图 5-68　后处理界面

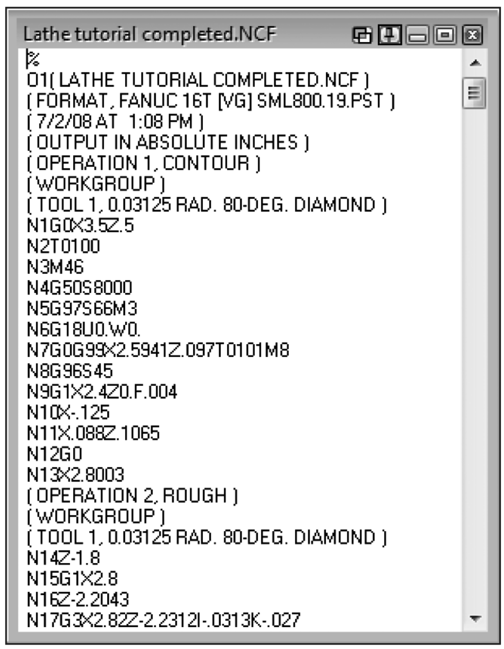


图 5-69　产生代码文件

输出程序时文本窗口会滚动显示输出的代码。你可以单击“暂停”按钮以暂停处理过程，以便阅读此程序。程序输出完成后，可以单击“打印”按钮打印程序。

第6章 GibbsCAM铣削

6.1 工件设置

6.1.1 文件对话框

文件对话框由两个相连的对话框组成。上方的对话框包含零件的基本信息，如机床类型、材料信息和单位信息，还有保存、打开等文件控制按钮；下方的对话框会根据上方对话框机床选择不同而变化，包含毛坯尺寸、安全位置和换刀位置等信息，如图 6-1 所示。

6.1.2 材料和文件设定

文件对话框的上半部分在 GibbsCAM 的所有模块中都是相同的，它包含零件的基本参数，如所使用的机床、零件的材料和零件的测量单位等。这一部分还包含打开、关闭和保存零件文件的命令。

机床：机床列表包含了所有可用的、设定好的机床定义文件（MDD）。根据软件的安装版本和选项不同，用户的列表显示可能与此教程有些不同。基础铣削模块包含 3 轴和 4 轴机床，各自又分为立式和卧式。如果安装了车削、车铣或 MTM 模块，则会有更多的选择定义。零件文件会存储一个对应 MDD 的备份，这样如果用户有一个定制的 MDD，则可以很容易转换零件文件至其他系统。

零件材料：这一部分信息用于指定零件的材料。如果安装了切削材料数据库（这是系统的一个模块，用户可以选择购买），则会在此处拥有多重选择。如果没有，则此处只有一个默认选择。也可自定义材料数据库。详情请参照材料数据库。

文件控制：文件管理按钮功能描述如下，这些功能也可以在文件菜单下获得。

打开（Ctrl + O）：单击“打开”按钮则激活打开对话框，允许用户选择要打开的文件。如果当前有打开的文件，则要先关闭这个文件，再打开用户选择要打开的文件。

新建（Ctrl + N）：单击此按钮可创建一个新文件。单击此按钮打开一个对话框要求设定文件名和文件保存路径。如果文档打开，此对话框关闭。

保存（Ctrl + S）：对打开零件进行更改，此功能可以保存变更的零件。

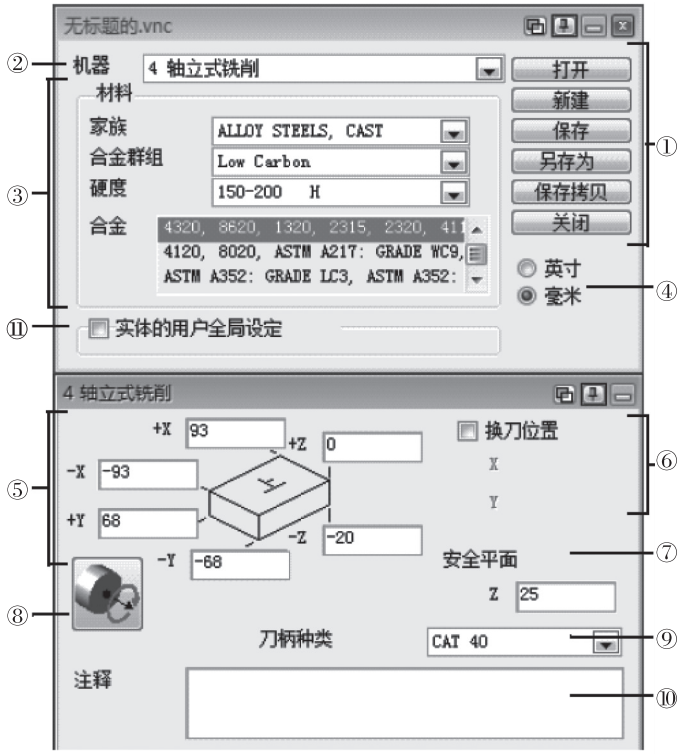


图 6-1 铣削文件对话框

1—文件控制 2—机床类型菜单 3—零件材料 4—计算单位 5—工作空间毛坯尺寸 6—换刀位置 7—安全平面 8—旋转设置 9—刀柄菜单 10—零件注释 11—全局实体选项

另存为：单击此按钮将会要求输入另存为当前文件的文件名和保存路径。更改零件将会被保存在新的文件中。原始文件不会受到影响。新文件将会变为当前文档。

保存一个备份：此功能类似于另存为。系统将会创建一份备份文件。原始文件依然是当前状态。备份的文件名称可以更改。

关闭：单击此按钮关闭当前文件。如果单击“关闭”按钮时当前文档还没有保存，一个对话框将会自动弹出询问是否要保存文件。

度量单位：此单选项决定是基于英制标准还是米制标准。度量单位取决于后处理本身的度量单位。有英制和米制后处理。如果米制零件采用英制后置，后处理的程序将会从米制转换为英制。同样，如果英制零件采用米制后置，后处理的程序将会从英制转换为米制。

全局实体选项：选择这个选项所有实体都基于相同的加工公差。此选项功能在实体曲面手册有详细的描述。

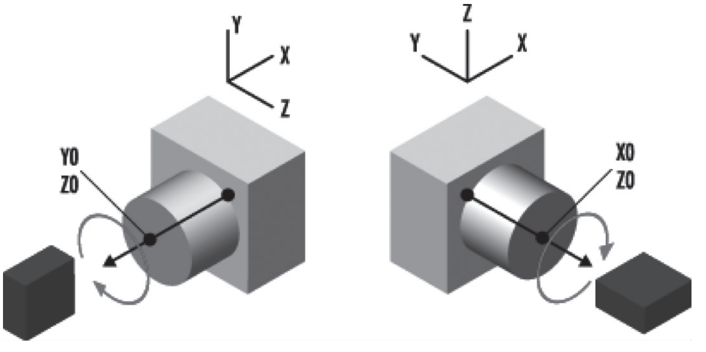
6.1.3 机床结构和毛坯数据

对话框底部用来定义被加工零件格式。此对话框参数是根据零件类型要求和所选择的机床类型来设定的。例如，水平或垂直旋转的零件加工方式不同于 3 轴加工、4 轴加工，也不同于多任务加工。这里将严格要求铣削零件设置。用户可以定义一个第 4 轴（A 或 B）加工

结构。通过定义一个旋转轴程序可以有序加工指定角度及加工次数。

零件尺寸：这些数值用来定义工作空间尺寸或毛坯尺寸。任何正值或负值都是有效的，+X、+Y 和 +Z 数值必须大于 -X、-Y 和 -Z 数值。零件原点永远在（X0，Y0，Z0）。

第 4 轴机构：此按钮打开一个对话框定义第 4 轴（和第 5 轴）位置结构。基本的第 4 旋转轴已被系统设置，只需要根据机床类型的不同作适当更改，如图 6-2 所示。



a）卧式/ A-轴　　b）立式/ B-轴

图 6-2　两种不同结构 4 轴机床例子

卧式机床：有六种可能的旋转设置，即 X+、X-、Y+、Y-、Z+和 Z-。图 6-2 所示第 4 轴相对于零件安装在 X+方向上。换句话说，从顶端看在零件的右侧。这个绕 X 轴旋转的轴被称为 A-轴，此轴旋转总是位于 H0V0 平面。若建立一个零件，原点应在轴的中心。换句话说，就是 Y+/-值相等，Z+/-值相等。这样有助于建立零件模型，确保正常旋转。

立式机床：有六种可能的旋转设置，即 X+、X-、Y+、Y-、Z+和 Z-。图 6-2 所示第 4 轴相对于零件安装在 Y-方向上。换句话说，从顶端看在零件的上面。这个绕 Y 轴旋转的轴被称为 B-轴。此轴旋转总是位于 X0Z0 平面。若建立一个零件，原点应在轴的中心。换句话说，就是 Y+/-值相等，Z+/-值相等。这样有助于建立零件模型，确保正常旋转。

换刀位置设定：如果换刀位置已经设定，在换刀之前刀具将会移动到指定的 X 和 Y 坐标值。此功能用于没有自动换刀功能的铣床。移动换刀位置至一个安全的点是非常必要的，可以避免对零件、夹具或旋转工作台造成干涉。

安全平面：这个位置是零件的主安全平面，刀具将在此 Z 值点快速往返换刀。另外，在钻孔过程中刀具会退回该点（如果在钻孔加工对话框选择下一钻孔退刀至 Z 值）。安全平面也适用于多重零部件的程序输出。在加工和后处理章节有更多安全位置的信息。

刀柄种类：此菜单允许选择准备铣削的铣床刀柄类别。有 5 种基本的刀柄类型，包括 BT、CAT（Caterpillar）、DIN69871、HSK（A 型空心锥柄）和 NMTB（标准机床刀具）。每一种类型都有多种规格，所选择刀柄后端形状要和刀具前端相匹配，如图 6-3 所示。



图 6-3　刀柄类型

注释：任何关于零件的文字注释都将出现在零件预览窗口和输出程序中。

6.1.4 工作空间

毛坯在工作空间的大小取决于毛坯定义对话框输入的数值。如图 6-4 所示，右边第 2 个毛坯坐标系处于激活状态，轴中心就是零件原点。

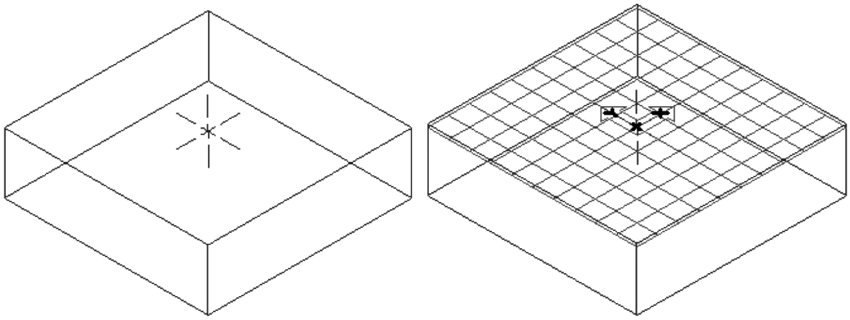


图 6-4 级别 1 和级别 2 下的铣削空间界面

6.1.5 自定义毛坯

定义工件对话框可以定义当前坐标系下的毛坯几何形状。在图层工作组菜单双击工作组名称进入此对话框，如图 6-5 所示。



图 6-5 进入定义工件对话框

毛坯形状可以沿着 X、Y 或 Z 轴拉伸或旋转，可以拉伸至工作空间边界。毛坯上面可能有一个凹或凸的孔，可能是盲孔或通孔。旋转毛坯应该是绕轴旋转而不是穿过轴，如图 6-6 所示。

自定义带孔毛坯：可以在自定义毛坯上添加孔，可以是封闭孔、通孔或盲孔。系统创建带孔毛坯，毛坯必须沿 Z 轴拉伸。在系统对话框输入 Z 值控制毛坯深度。

创建带孔毛坯时，在毛坯工作组创建孔的形状，孔 Z 值深度决定孔的类型。如果孔 Z 值深度到达毛坯底部或穿过毛坯，系统将会创建一个通孔。封闭孔形状必须在毛坯里面。

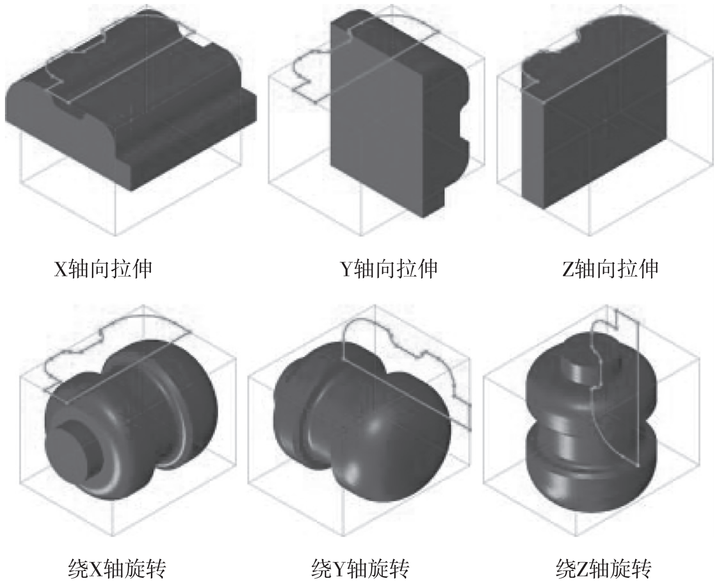


图 6-6　轴向拉伸与旋转

如果孔大小超出毛坯 X 或 Y 边界，系统将无法创建孔，而是创建一个新的毛坯，如图 6-7 所示。

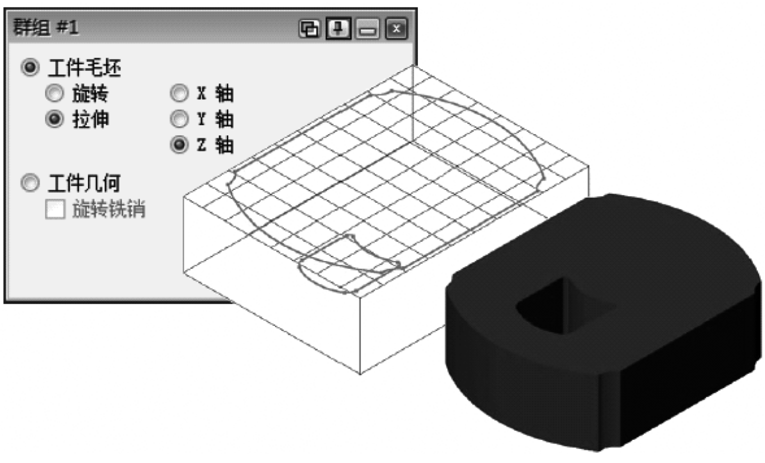


图 6-7　带盲孔毛坯示例

6.2　刀具定义

6.2.1　刀具菜单

在主菜单单击按钮打开刀具菜单。双击刀具菜单空白位置弹出铣削刀具对话框。刀具对话框显示刀具图像类型和刀具直径。刀具菜单滚动按钮分别在菜单顶部和底部，单击

滚动按钮，即可快速滚动刀具组。

刀具组建：刀具菜单支持999把刀具。右击空白刀具或滚动箭头查找下面刀具菜单或移动刀具。刀具可在任何时间移动和编辑，甚至在程序创建完成后，而且不用重新运算。如果想更改刀具使程序最优化，拖拽刀具到要放的位置插入高亮度显示区域。

6.2.2 刀具对话框

刀具对话框可以定义刀具类型、形状和材质，还可以定义机床如何使用和存储刀具数据，如图6-8所示。

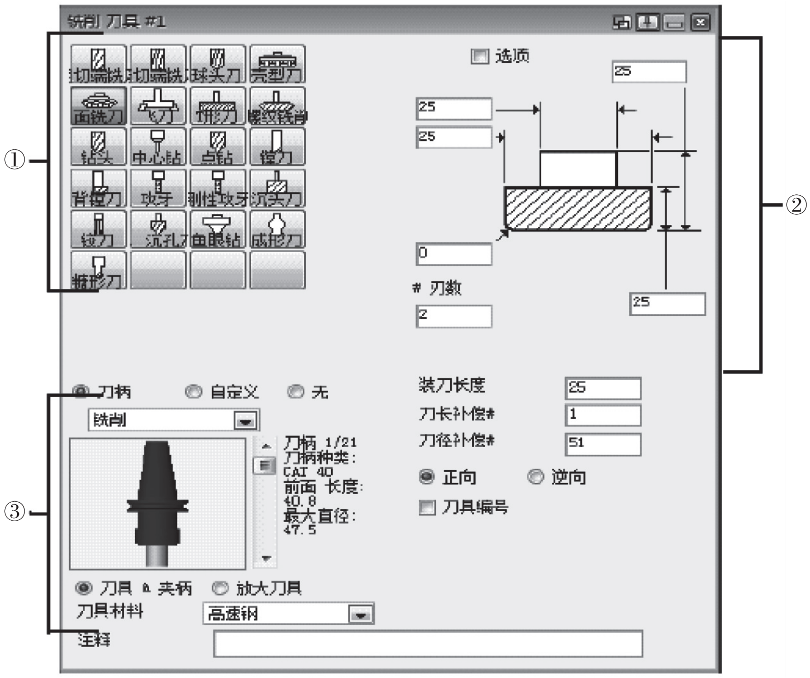


图6-8 刀具对话框

1—刀具类型 2—刀具图表 3—刀柄定义

刀具类型：刀具类型控制刀具图表来定义不同刀具形状。

刀具图表：图表样式取决于刀具类型的选择。阴影部分代表刀具切削部分，白色部分代表刀具非切削部分。仿真切削零件时，以是否显示红色来判断是否干涉。图6-8所示刀具形状和刀具参数被归为普通刀具组。选项文本框用于创建更复杂的刀具。参照刀具图示信息（非标准刀具类型）输入刀具参数。不是所有类型的刀具都有此选项。

刀柄定义：有3个刀柄操作选项，包括刀柄、自定义和无。选择“无”，系统就不会显示刀柄。如果加工零件时不想显示刀柄，则选择此选项。刀具选项允许预设置标准工业刀具，参见刀柄种类对话框设置和刀具尺寸，更多相关信息参见预设置刀柄。自定义刀柄选项允许定制自己的刀柄，更多相关信息参见自定义刀柄。

刀具材料：指定刀具材料可以调用相应的刀具转速和进给参数。默认刀具材料是高速钢。

刀柄长度：自定义刀柄时必须设定刀柄长度。这个参数允许刀具全长等于实际的刀具长

度。刀柄长度必须小于或等于刀具全长；如果大于刀具全长，在刀具和刀柄之间将会出现间隙。

刀长补偿#：这个数字代表刀具 Z 向长度补偿。

刀径补偿#：这个数字代表在 XY 平面刀具的半径补偿。

主轴旋转：指定刀具正向或逆向旋转。

刀具编号：这个数字是刀具位置的编码代号，可以取代已存在的刀具号，与刀具在刀库中的位置有关。

刀具注释：这是关于每一把刀的注释。此注释将会出现在每一把刀具输出程序的开头，也会出现在刀具清单的开头。

6.2.3 刀具类型

1. 铣削刀具——类型 1

此类刀具就一个主直径，包括粗加工和精加工面铣刀、球刀、壳型刀。球刀没有刀具半径定义，也没有牛鼻半径定义。但粗加工和精加工端铣刀可以定义一个牛鼻半径，如图 6-9 所示。

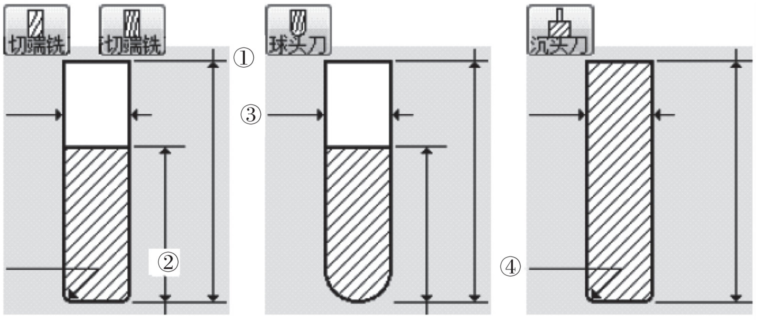


图 6-9　一个主直径类型刀具

1—刀具全长　2—切削刃长度　3—刀具主直径　4—低角半径

2. 铣削刀具——类型 2

此类刀具的主直径大于刀杆直径。此类刀具包括壳型刀、铣刀、飞刀、T 形刀和螺纹刀。这些刀具有同类型的刀具全长、刀杆直径、刀具主直径和牛鼻半径尺寸定义。T 形刀包括顶角半径和牛鼻半径定义。螺纹刀的顶锥角取代刀具底部半径，如图 6-10 所示。

3. 铣削刀具——类型 3

此类刀具就一个铰刀。铰刀的定义包括刀具全长、刀具主直径和非切削刀尖高度，如图 6-11 所示。

4. 钻孔刀具——类型 1

此类刀具的有效部分是垂直切削直径部分。此类刀具包括钻头、点钻、沉孔刀和攻牙刀。这些刀具有同类型的刀具全长、刀具主直径和顶锥角定义。沉孔刀有非切削刀尖高度和锥角高度尺寸定义，这两个尺寸参数之间是相互影响的。这里仅需要指定顶锥角和刀具主直径、平头直径、顶锥角高度三个参数中的两个，另一个参数便会自动计算。攻牙刀有非切削刀尖高度和螺距（米制）或 TPI（每英寸牙数）定义。TPI 没有图示而是一个单独的输入框，如图 6-12 所示。

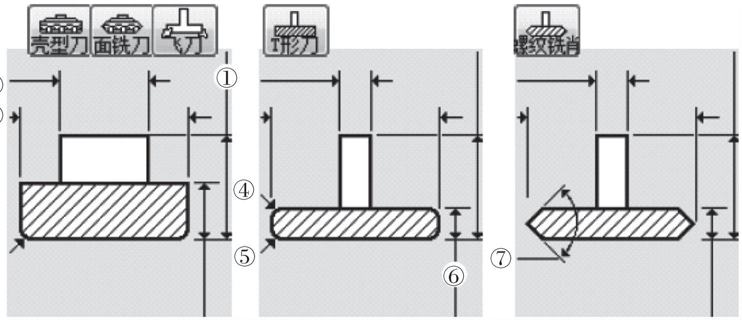


图 6-10 主直径大于刀杆直径类型的刀具

1—刀具全长 2—刀杆直径 3—刀具主直径 4—顶角半径/锥度
5—底部角落圆角半径 6—刃长 7—尖部角度

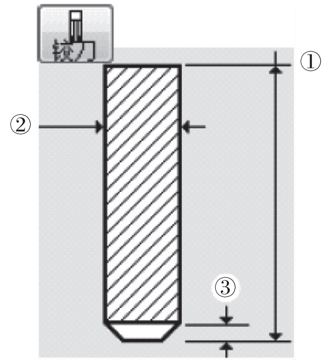


图 6-11 铰刀类型的刀具

1—刀具全长 2—刀具主直径
3—非切削刀尖高度

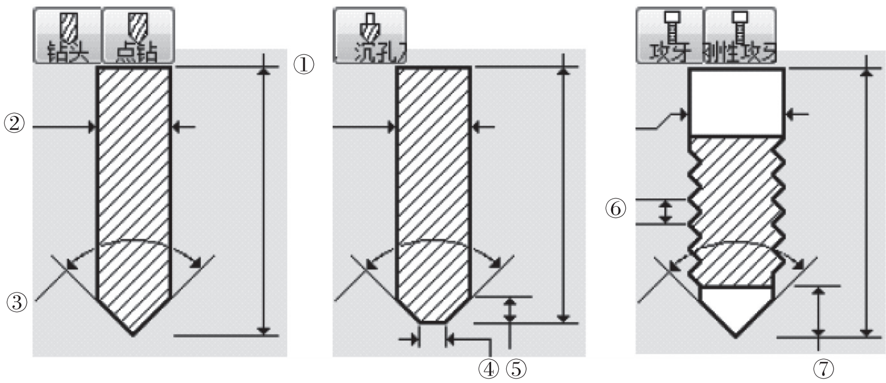


图 6-12 钻孔类型的刀具

1—刀具全长 2—刀具主直径 3—刀尖角度 4—平头刀尖直径
5—斜面高度 6—螺距（米制） 7—刀具有效高度

5. 钻孔刀具——类型 2

此类刀具是一个中心钻。此项目包括标准的米制和英制尺寸刀具菜单。选择一个现有的刀杆直径，系统便会自动定义所有刀具尺寸。任何刀具尺寸都可以手工改动。中心钻定义包括刀具全长、刀柄直径、刀具主直径、锥度、刀尖角度和刀具有效长度。请注意中心钻的有效长度不包括刀尖和刀杆长度，如图 6-13 所示。

6. 钻孔刀具——类型 3

此类刀具包括镗刀和背镗刀。这些刀具有同类型的刀具全长、刀具主直径和非切削刀尖高度定义。背镗刀有刀杆和切削刀尖长度定义参数，这些参数都是镗刀所不需要的。

镗刀和背镗刀的最顶尖是合理的，如刀具图表所示。在打孔编程对话框（或孔向导），此 Z 值是要输入并参与计算的。此位置会输出 G 代码，如图 6-14 所示。

7. 倒角刀

倒角刀具用来直接成形倒角。倒角刀具定义参数包括刀具全长、刀杆直径、刀体直径、顶角半径、引导直径、刀尖到顶部圆角距离和刀具长度。刀具顶部圆弧处角度固定，如图 6-15所示。

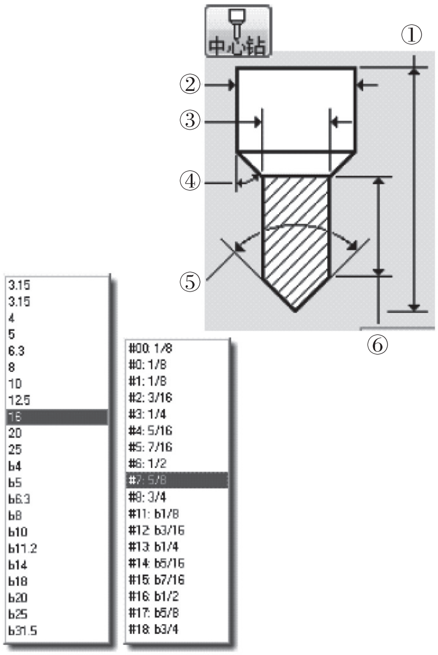


图 6-13 中心钻

1—刀具全长 2—刀柄直径 3—刀具主直径

4—锥度 5—刀尖角度 6—刀具有效长度

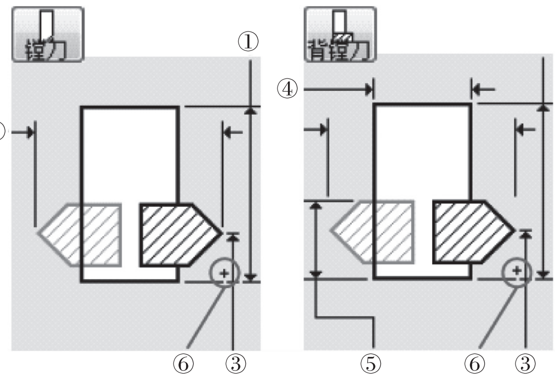


图 6-14 镗刀类刀具

1—刀具全长 2—刀具主直径 3—刀尖高度

4—刀杆直径 5—切削刃长度 6—理论尖部

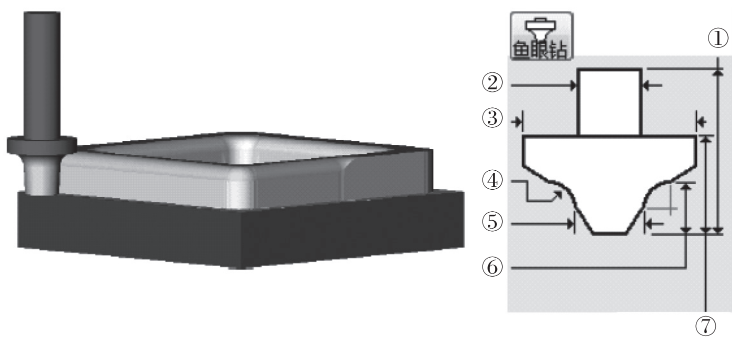


图 6-15 倒角刀具加工图示

1—刀具总长 2—刀杆直径 3—刀体直径 4—顶角半径

5—引导直径 6—刀尖到圆角顶部距离 7—刀体全长

当使用倒角刀创建程序，设定顶部曲面 Z 值和从顶部曲面 Z 减去刀具圆角。最终深度应该是引导直径尖端，此区域才是确定切削 Z 值的。决定刀具的偏置部分。

8. 成形刀

有些成形刀具无法用标准刀具格式来定义。成形刀具可以通过自定义轮廓线绕 X0 旋转获得。轮廓线决定刀具类型。轮廓线必须是开放的，拾取连贯线段旋转才能获得定义刀具，如图 6-16 所示。

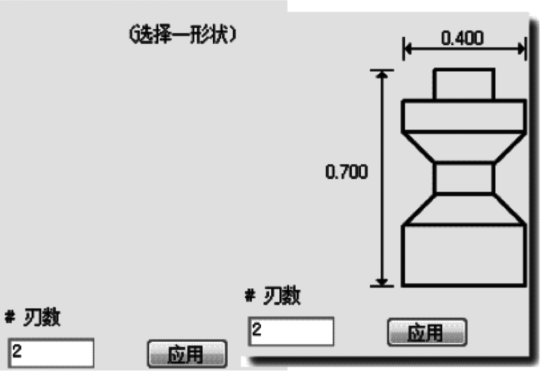
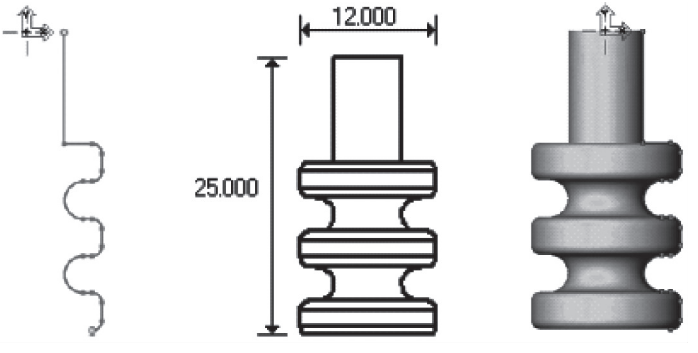


图 6-16　成形刀

2D 铣削将从几何偏置形成成形刀，就好像几何处于 Z 顶部曲面，而刀具处在最后一个切深处。这同锥度刀或牛鼻刀的系统偏置规则类似。成形刀不适用 3D 铣削。请注意成形刀具切削仿真时速度可能会比较慢，特别是复杂程度增大的时候。

图 6-17 所示为刀具创建过程。图 a 是用于创建刀具的轮廓线；图 b 是要创建刀具的尺寸图；图 c 是已完成刀具创建图。轮廓线必须是开放的，拾取连贯线段绕轴旋转才能获得定义刀具。



a）刀具轮廓线　　b）刀具尺寸　　c）完成刀具创建

图 6-17　轮廓线、刀具尺寸图、已创建刀具

6.2.4　刀具选项

当开启刀具选项，刀具图示就会显示，可在对话框定义刀具规格，如图 6-18 所示。

尖端尺寸：这个尺寸会影响刀具锥度。改变锥形角或刀具主直径将会改变尖端尺寸或切削刃长度。

切削刃长度：当输入尖端尺寸，切削刃长度将会随之改变。当输入切削刃长度，尖端尺寸也会重新计算。

刀具中心直径：刀具中心直径是指刀具中心末端内凹的部分直径，此处无切削刃。

当选择操作选项时底部圆弧的定义可以有细微的不同。用户可以通过锥形角和底角半径来定义锥形的底部圆弧。刀具主直径、锥形角和切削刃长度的定义是相互影响的。例如，如

果输入 10°锥形角和改变刀具主要直径，系统将会重新计算切削刃长度以保证输入的锥形角和刀具主直径，如图 6-19 所示。

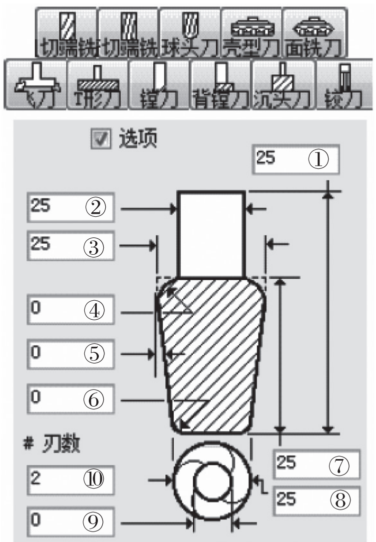


图 6-18 刀具选项参数

1—刀具全长 2—刀杆直径 3—刀具主直径
4—顶角半径 5—锥形角 6—底角半径 7—切削刃长度
8—尖端尺寸 9—刀具中心直径 10—#刀具齿数

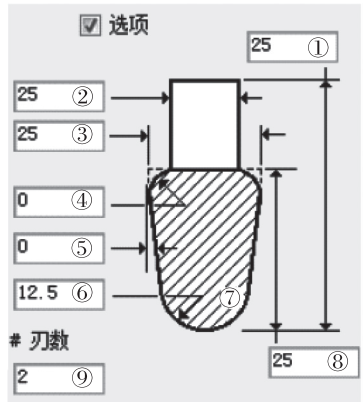


图 6-19 通过参数定义刀具

1—刀具全长 2—刀杆直径 3—刀具主直径
4—顶角半径 5—锥形角 6—底角半径
7—切削刃长度 8—尖端尺寸 9—#刀具齿数

6. 2. 5 刀柄定义

有两个定义刀柄的操作选项。第 1 个操作选项是基于刀柄种类，是在文件对话框已经预设置好的。第 2 个操作选项支持用户自定义刀具，如图 6-20 所示。

刀具 & 刀柄/放大刀具：在刀具对话框这些按钮图可以放大刀具刀柄。“放大刀具和刀柄”可以预览整体的刀具 & 刀柄，可以避免选择一些不合适的刀具或刀柄，如图 6-21 所示。

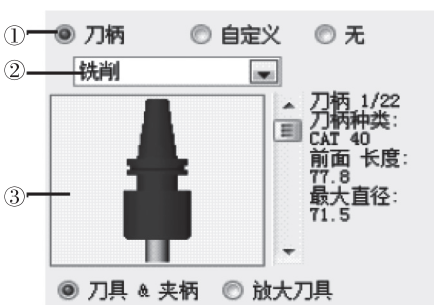


图 6-20 刀柄参数定义

1—刀柄定义 2—刀柄类型 3—刀柄示意图



图 6-21 刀具类型

预设置刀柄：刀柄操作选项允许你选择预设置的标准刀柄。有一个强大的铣刀刀具库供选择。当一种刀柄被选中，此类型的刀具菜单便被激活，并会显示相应的刀具视图。指定刀

柄基于3个标准刀柄种类（在文件对话框设置）、刀柄类型（选项在刀柄菜单下面）和刀柄尺寸。如果想使用更多的刀柄，可拖动卷轴查看。刀具规格里将会显示有多少刀柄可用于当前刀具，如图6-22所示。



图6-22　刀柄类型显示

基本刀柄结构如图6-23所示。每一个刀柄都包括刀柄种类、前面长度和最大直径。

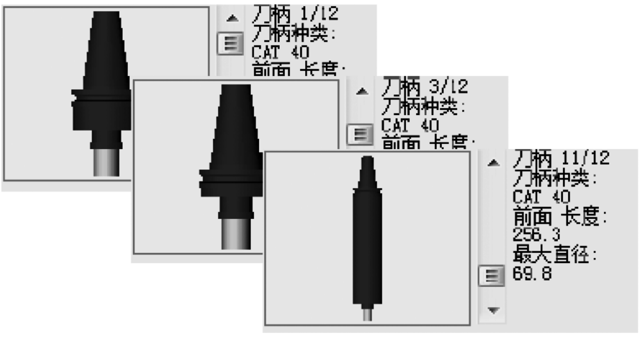


图6-23　对0.25 Collet规格的可用刀柄示例

刀柄1/（x）：显示在这个刀具组里有多少个刀柄。按下卷轴按钮选择要使用的刀柄。

刀柄组：此显示是在文件对话框设置的。

前面长度：从刀柄边缘伸出的长度。

最大直径：这是刀柄的最大直径。

自定义刀柄：当需自定义刀柄时推荐使用此功能。在铣削刀具对话框打开刀柄定义对话框。刀具可以根据几何外形定义（类似自定义刀具外形），可以根据实体刀柄模型或数据设置（自定义）。默认状态时设置成“无”，意思是没有使用刀柄。如果使用几何外形，选择几何外形，单击“确定”。如果使用实体模型，选择实体，单击“确定”。当前定义刀柄将会应用到所有选择的刀具。单击“显示实体”按扭将会显示设置的当前实体刀柄。定义几何外形刀柄后，单击“设计外形”按钮将会显示刀柄几何外形，如图6-24所示。

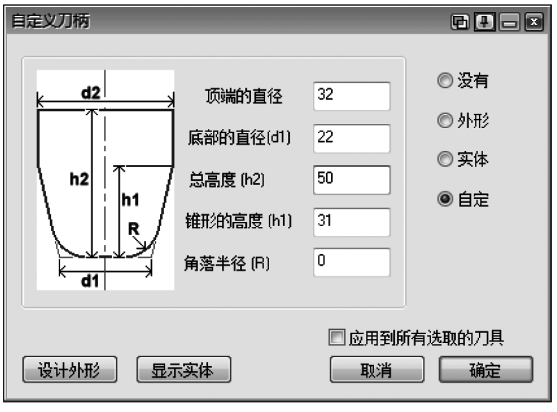


图6-24　自定义刀柄

刀具全长在刀具对话框的定义是从刀尖到刀柄面的距离。

注意：如果没有定义刀柄，刀具全长在

刀具对话框的定义是刀具伸出主轴的长度，刀柄在立式铣削机床上需沿 Z 轴放置等。

6.2.6 刀具菜单摘要

在【文件】菜单选择“刀具摘要”（菜单名就是文件名）将会弹出“刀具摘要”窗口。窗口会提供每把刀的参数信息。信息可以另存为文本或打印出来。要保存摘要作为文本文件，选择【文件】→【刀具摘要】。要打印刀具摘要，选择【文件】→【打印】→【刀具列表摘要】。

6.2.7 刀具偏置

当进行口袋铣或轮廓铣，系统计算刀具偏置基于刀具半径。精加工刀具偏置的数量（仅仅是等直线路径）取决于所选择的零件几何。

当使用锥形或带尖角刀具，系统计算刀具偏置基于Z底部值相对Z表面值。表面Z值是材料的顶部表面，底部Z值是口袋铣或轮廓铣的精加工深度。在轮廓铣和粗加工编程对话框输入这些数值。

刀具直径被用于计算刀具的偏置数值。用刀时为了让系统能正确地计算刀具偏置，需在编程对话框准确输入材料底部 Z 和材料表面 Z 值。

当铣削刀具带底角圆弧，系统计算刀具偏置基于 Z 底部值相对 Z 表面值，如图 6-25 所示。

这个偏置计算可用于那些比刀具角落圆角还要浅的挖槽加工。另外，通过输入准确的 Z 值并给一个负的毛坯余量则能创建倒角特征。

锥度刀仅在计算刀具补偿设置中选择刀具中心时才会计算其偏置。

刀具半径补偿：【文件】→【预设置加工】→【定义系统】针对轮廓和开粗铣削时刀具半径的偏置类型。GibbsCAM 推荐使用刀具中心选项，因为所显示橙色刀路轨迹线就是刀具中心。如果选择刀具刃选项，刀具路径也是显示“刀具中心”。选择刀具刃选项仅仅影响后置输出代码 。

当选择刀具中心时，后置输出代码将以几何计算输出，偏置一个刀半径；当选择刀具刃时，后置输出代码将以蓝图计算输出。

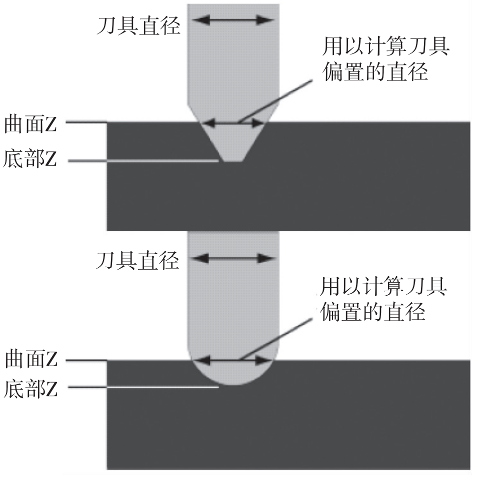


图 6-25 刀具偏置

粗加工程序始终以刀具中心计算，如果在预设置加工选项选择刀具刃，粗加工时 CRC 应该被关闭。

当使用刀具中心，根据实际刀具半径的不同输入 CRC 的偏置数也是不同的。如果是同样的刀具，CRC 偏置数是 0。如果现实刀具相对小，偏置数是负的。

当选择刀具刃时，实际刀具半径应已被输入半径补偿器。如果用户使用锥型刀具或牛鼻刀具，用户必须计算合适的偏置数。

警告：刀具偏置要优于预设置此参数。不管你如何预设置参数，刀具路径仿真时都是显

示刀具中心。

6.3 程序对话框

当你在程序表和刀具表中拖选程序到工艺表中程序对话框将显示在屏幕上。它有四个程序功能将出现对应的四个对话框。它们是钻孔、轮廓切削、粗加工和螺纹铣削。每一个功能描述都在这部分，如图 6-26 所示。

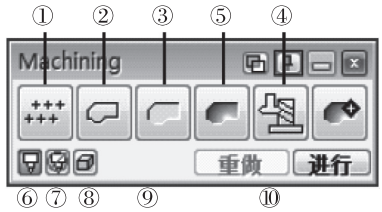


图 6-26　程序对话框

1—孔功能　2—线框功能　3—口袋加工功能　4—螺纹铣削功能　5—曲面铣削功能　6—部件按钮　7—加载工具按钮　8—加载毛坯按扭　9—开始操作按钮　10—操作（重做）按钮

铣削程序对话框有很多参数表帮助你设置操作参数。这些参数表显示灰色、黑色（正常）或是基于当前程序设置的大体字。灰色参数表，通常是当前程序用不到的参数。大字体参数表会直接影响你的刀路产生，是这个程序必设的。参数表上常用参数（黑色）文本不会影响刀路路径的。

6.3.1 钻孔程序

1. 钻孔面板

孔程序将会通过点选择的钻、攻丝、沉头孔、钻孔循环或孔特征以及通孔程序。当钻孔功能和刀具相结合钻孔程序对话框将会在屏幕上显示，如图 6-27 所示。

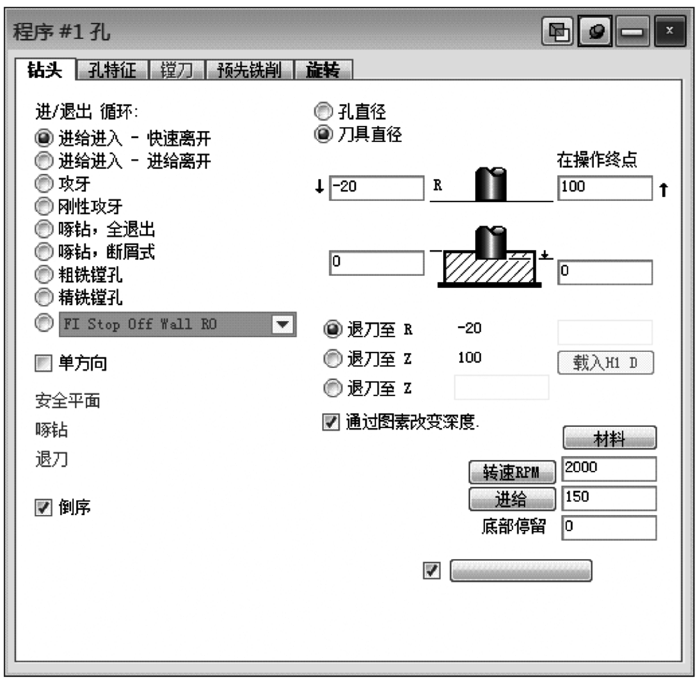


图 6-27　钻孔程序对话框

进入/退出循环：选择定义钻孔循环时，将使用进入和退出循环来移动。选择包括：进给进入-快速离开、进给进入-进给离开、攻牙、刚性攻牙、啄钻，全退出、啄钻，断屑式、

粗铣镗孔和精铣镗孔。另外，如果你有自己的后处理程序支持另外的钻孔循环，可以使用通用的钻孔菜单包括镗孔、精镗和背镗。粗镗操作就像一个粗加工程序清除你在镗孔参数表定义的参数和加工区域的毛坯。精镗操作就类似一个轮廓加工操作仅仅通过精加工路径清除你在镗孔参数表定义的参数和定义的区域的余料。请记住这三个常用的钻孔循环（镗、精镗和背镗）需要一丰富的后处理程序支持修改输出。如果你使用其中一个循环后处理不支持的话将会出错。

单方向：机床必须支持这一有效的操作。当激活所有的刀具使其沿着孔的同一方向(正轴移动)，以消除机器的后冲反弹。需要为这功能定制后处理文件。

安全平面：只有你做进/退循环选择啄钻全退出的时候这个文本框才被激活。这里允许输入下一个啄钻开始的距离。

啄钻：这个文本框只有在你选择进/退循环时选择啄钻全退出或啄钻断屑式其中任意一个的时候才被激活。这个参数栏将允许你定义每次啄钻的深度。

退刀：这个文本只有在你选择进/退循环时选择啄钻断屑式的时候才被激活。这里允许设定每啄钻退刀位置。

拉刀：这个操作确定了刀具在啄进或退刀的时移动的 Z + 次数。它只用于精镗和背镗。

钻孔深度参数表：这里允许指定程序清除和切削深度数值。深度将会有 1/3 依靠你的刀具类型定义程序。深度参数和安全平面参数在这部分有详细信息刀具表操作。

退刀操作：退刀至 R 是钻孔操作中输入的进刀安全平面。退刀至 Z 指定刀具将退到的操作安全平面，接着快速移动到在文件的对话框里设置的主要安全平面（可以是个定值），最后再快速移动到下一个钻孔前的安全平面。退刀至 Z 允许客户自定义刀具在两个之间移动交换的数值。刀具快速移动到进给安全平面减少程序时间，如图 6-28 所示。

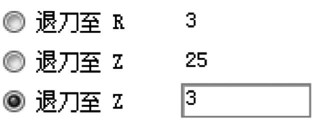


图 6-28　退刀平面

通过图素改变深度：这个操作使得钻孔深度值将随着选择的图素而改变。基于首先选择的点，退刀应该是相同的高度，但是钻尖 Z 或全局 Z 与几何是成比例的。这对点钻的恒定深度是有用的。

材料：单击这个按钮将会打开可以计算这个程序进给和转速的材料对话框。

转速：RPM 是主轴每分钟的转动次数。

进给：这里进给值是指定刀具每分钟插入多少英寸。进给只有在激活选择进/退循环时的进给进入-快速离开、进给进入-进给离开、啄钻全退出或啄钻断屑式时才可以使用。

攻牙%：这个数值定义了攻牙循环的进给率百分比。这个参数只有在进退循环中的攻牙程序被选中时才显示。

暂停：参数表允许输入主轴在孔底暂停的时间。暂停操作支持所有钻孔循环（除镗削之外）。

冷却：这个对话框将在程序中显示切削液是否打开。另外冷却操作客户可以根据后处理文件来定制。

加工 CS：当一 3 轴 MDD 被激活的时候加工坐标 CS 将会显示。

材料：单击这个按钮将会打开材料对话框，可以进行选择和编辑材料参数。

转速：RPM：输入主轴每分种转动的次数。单击这个按钮加载通过工件材料数据信息和

刀具信息推荐的数值。

进给速率：这里可以输入特定的刀具进入工件每英寸或每米时的速率。单击这个按钮加载通过工件材料数据信息和刀具信息推荐的数值。

轮廓进给：这里可以输入刀具切削移动每英寸或每米的速率。单击这个按钮加载通过工件材料数据信息和刀具信息推荐的数值。

2. 刀具表操作

端铣刀、壳形刀和面铣刀、螺纹铣刀、沟槽刀、镗刀、攻牙、沉孔刀、铰刀和成形刀。钻孔、中心钻、点钻、沉头刀、鱼眼钻、背镗刀。另外，参数表还允许你根据孔的直径来进行定义加工操作，如图6-29所示。

当你设置钻孔风格为钻孔曲面Z、锥度Z、点钻直径和全局直径Z时可以通过刀具信息来进行计算输入参数。红色箭头指示的是你修改参数时会跟着变化的参数。

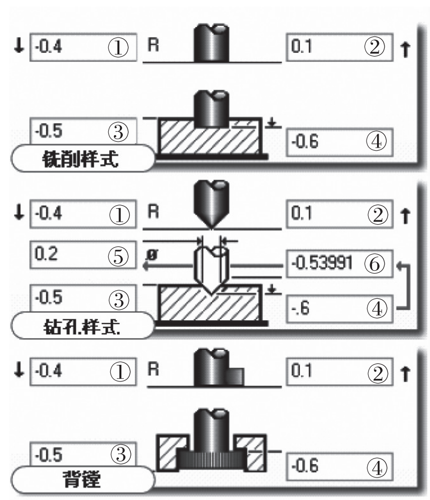


图6-29 刀具切削平面参数

1—进刀平面 2—退刀平面 3—钻孔平面Z

4—锥度Z或平面Z 5—点钻直径 6—全直径Z

进刀安全平面：这是刀具快速移动接近工件时的位置。

退刀安全平面：这是刀具进给从工件退回的位置。

钻孔平面Z：指定毛坯最高点Z的位置。当一个背镗程序建立的定义钻孔平面Z和Z平面时的Z轴绝对值。因此，如果工件深度是50mm，背镗孔的深度是40mm，钻孔平面Z将是－50mm而基准平面Z将是－10mm。

点钻直径：指定在基准面Z上的钻孔直径。这在沉头孔程序很适用。

全局直径Z：指定钻孔时的刀具完全插入的Z最底深度值。

倒角Z：当设置铣削或背镗程序的时候这个值是Z的底面。这个参数表定义了刀尖的深度值，这个数值将在最后的后处理程序中输出。如果输入的是全局Z值，倒角将会按照刀具直径和刀尖角度自动计算，另外使用者还可以轻松地输入想要的倒角值。

来自孔和刀具的尺寸参数：这个操作将决定你怎样定义钻孔程序。刀具直径功能参考旧版GibbsCAM，是你设置的曲面Z和全局直径深度或刀尖深度值。孔直径就是你想设置的刀路路径，不是根据刀具而是根据孔本身，可以是几何或实体。参数通过孔直径对多进程钻孔程序是很有用的，例如点钻、再钻、钻孔和攻牙。选择钻孔参数根据孔直径可以添加基于孔参数来控制刀具。

增加深度：这个数值是从曲面的Z值增加的距离（是绝对值），如图6-30所示。

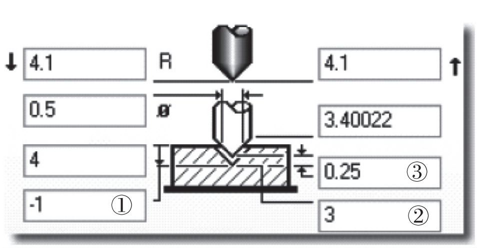


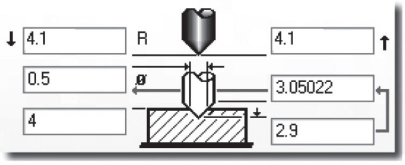
图6-30 增加孔深度

1—增加的孔深 2—孔深度 3—刀尖距离

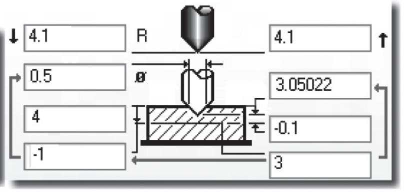
孔深度：孔深度的绝对值。

刀尖距离：孔底到刀具的距离。

通过刀具直径和孔直径两种方式来操作将显示相同的参数。如果我们一一对比将会发现很多相似或不同之处。通过这点你可以定义自己的位置。在下面两个相同的程序图示中，在刀具直径操作中工件的最高点是4，并且设置刀尖为2.9，结果全局直径下到了接近3。这个程序参数根本不知道孔的任何信息，在孔直径这边工件的高度还是4，因此要设置另外的参数，例如指定刀尖到孔底余留0.1（#1）。仍然规定孔底在3（#2）。设置这个参数代替其他两项参数，首先设置孔从曲面的顶部是－1（#3）并且全局直径将在3（#4），如图6-31所示。



a）刀具直径



b）孔直径

图6-31 刀具直径与直径

加载H1D：单击这个按钮可以加载第一次选择的孔的刀尖Z值。当有很多孔找第一个孔比较难时这个操作很有用，特别是使用几何深度的时候。

3. 孔特征面板

当你使用孔管理器的时候孔特征面板将适用。使用孔特征将提供强大的功能建立钻孔程序。一个简单的钻孔程序在使用孔特征的时候每个孔都将自动退回到自己的平面。这些设置都将在孔特征面板中体现。大多数的参数都和钻孔程序里的加载H1R按钮、R转换平面和Z深度操作都相同。想使用孔特征控制器必须在你想加工的孔或实体上使用孔管理器才可以。孔管理器的数据提供孔的特征数据时不是粗体的，表明这些对程序输出是没有影响的，如图6-32所示。

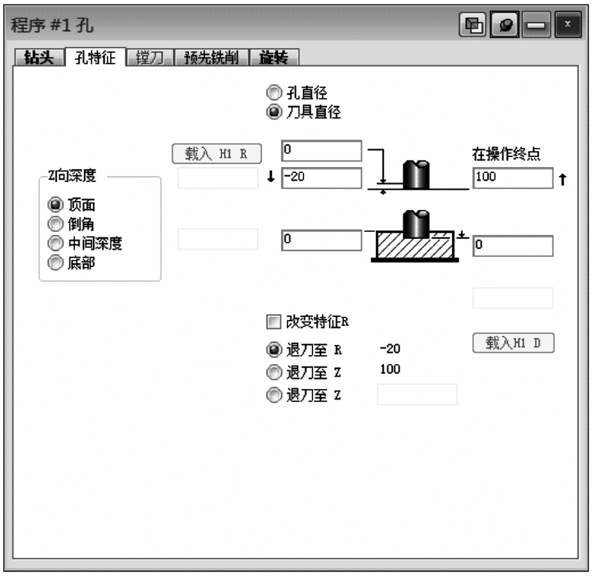


图6-32 孔特征面板

程序图表：孔特征的程序参数不同于标准钻孔参数。这里的参数都是交互式的，意味着你可以变换多个参数，这个改变是基于刀具参数和程序参数。红色箭头所指的是你修改参数时变换参数，如图 6-33 所示。

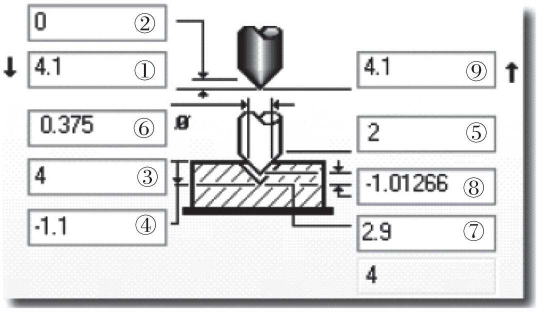


图 6-33　孔深度设置

1—R 平面　2—R 转换平面　3—顶面 Z　4—孔增加的深度
5—全局直径 Z　6—点钻直径　7—孔深度　8—刀尖距离　9—退刀安全平面

R 平面：这是刀具快速移动到的位置。单击加载 H1R 按钮将会加载第一个孔退回的位置值。这是从曲面 Z 最高点的绝对值。进刀安全平面的数值和正的 R 转换平面值是相等的。

R 转换平面：这个数值让你设置刀尖移动到 R 水平面上。这是个增加值。定义数值是 0。进刀安全平面的数值和正的 R 转换平面值是相等的。

顶面 Z：指定第一个孔顶面的 Z 位置。

增加深度：这个数值是从曲面的 Z 值增加的距离（是绝对值）。

全局直径 Z：定义当钻孔的时候刀具将插入的 Z 的最低深度值。

点钻直径：指定钻孔平面 Z 中的孔直径。这很适用于沉头孔。

孔深度：孔深度的绝对值。

刀尖距离：刀具到孔底的距离。

退刀安全平面：这个参数指定了刀具将从工件退回到刀具进给的位置。

Z 深度：复杂的孔特征可能随着 Z 的不同有 3 个直径。使用 Z 深度你可以选择是否使用孔顶、斜面深度、中间深度或孔底程序，如图 6-34 所示。

加载 H1R：单击这个按钮将加载孔管理组中的第一个孔的退刀平面。

加载 H1D：单击这个按钮将加载选择的第一个点的深度值。这对有孔和第一个孔比较难找的程序来说是很适用的，特别是当使用变量深度几何的时候。

退刀操作：退刀至 R 是钻孔操作中输入的进刀安全平面。退刀至 Z 指定刀具将退到的操作安全平面，接着快速移动到在文件的对话框里设置的主要安全平面（可以是个定值），最后再快速移动到下一个钻孔前的安全平面。退刀至 Z 允许客户自定义刀具在两个之间移动交换的数值。刀具快速移动到进给安全平面减少程序时间，如图 6-35 所示。

随特征变化的 R 值：这个操作使得每个孔的特征退刀平面是可变的。退刀的位置值和第一个孔特征设置成比例。

图 6-36 是一个 12 个钻孔点的例子。孔管理器已经创建孔特征（孔的参数点）并且一个钻孔程序已经生成。我们可以看到刀路采用不同的退刀平面并且第 8 和第 10 个孔的切削深

度值也不同。

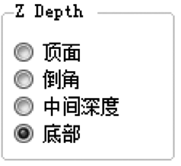


图 6-34　Z 深度

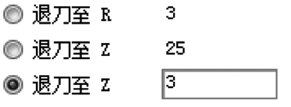


图 6-35　退刀位置

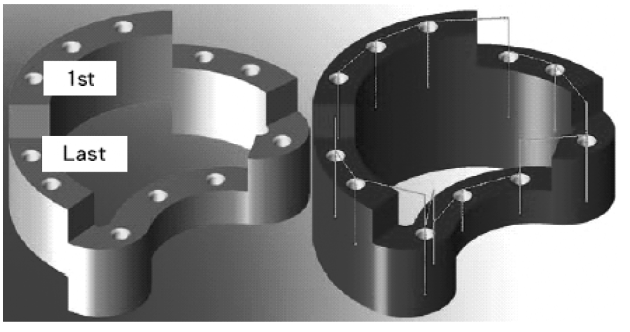


图 6-36　不同深度钻孔示例

如果你看着这些线性刀路模糊，那么我们可以更清楚地看看到底发生了什么。钻头在工件的顶部钻孔并且移动到第二个设置的孔。第二个孔的退刀位置和在 Z 向向下转换的位置是相同的。这就重复了所有孔给定的 Z 深度值。有趣的是工件设置的第三个孔位置 Z4。刀路将不会同其他孔走相同的深度。这是孔管理和刀路程序协同产生的程序。系统知道这个孔仅仅是 1in 深，其他孔是 2in，如图 6-37 所示。

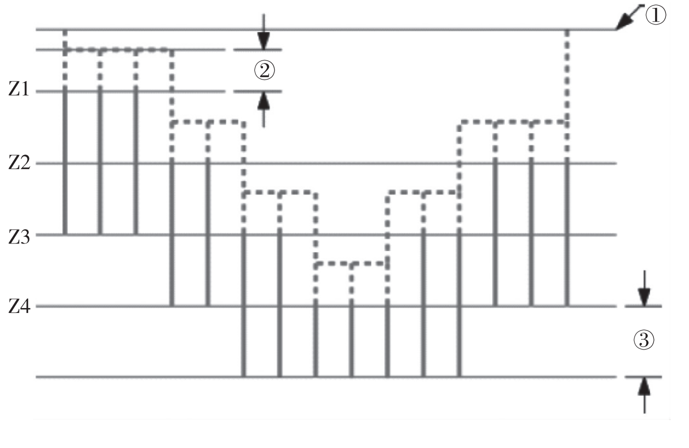


图 6-37　不同深度钻孔

1—主要安全平面　2—退刀位置参数　3—由孔深度定义的最小步距

4. 镗孔操作表

当粗镗或精镗被选择，镗孔操作表将会变成可以定义参数的操作，如图 6-38 所示。

镗孔直径：镗孔直径是由刀具的切削刃测的最后直径。

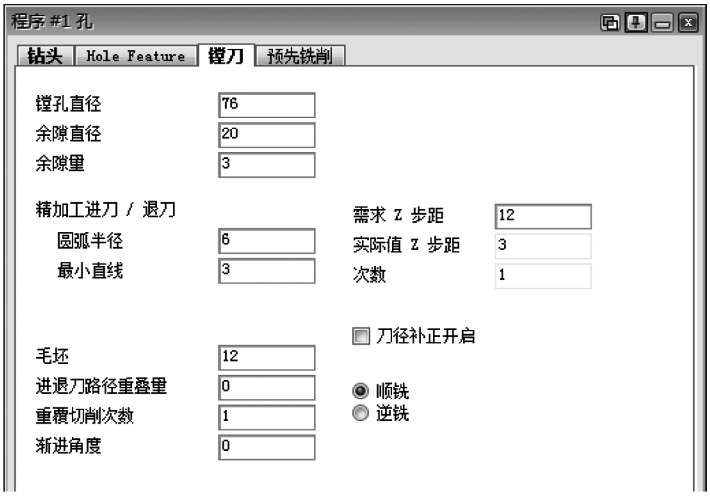


图 6-38　镗孔操作

余隙直径：余隙直径指定了区域的尺寸或进刀的孔参数。这个值和镗孔直径决定了有多少毛坯料是需要去除的。

余隙量：刀具将快速从镗孔中心移动到远离余隙直径的数值。刀具将从安全平面进给到余隙直径。

精加工进/退刀：在这个参数表中输入参数将在程序的开始和结束刀路中增加圆弧或直线运动。如果输入一圆弧值，一 90°圆弧将在程序的开始和结束点增加进来。如果最小直线参数表中输入一参数，另外在圆弧里输入参数，将产生一与进 /退圆弧垂直的直线。如果不使用进/退圆弧，指定一定长度直线将增加在与粗加工程序中开始和结束刀路垂直。有些机床要求最小直线进入。

图 6-39 举例说明镗孔操作产生的刀路。黑色直线就是刀路轨迹，蓝色圆弧是切削几何，另外的圆弧显示的是余隙直径。

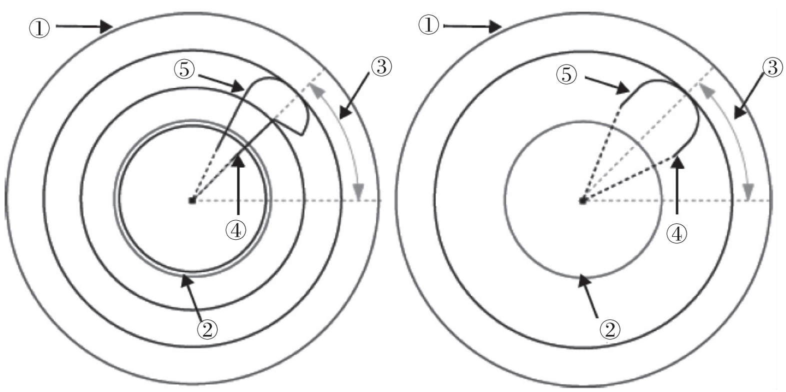


图 6-39　粗镗和精镗参数表

1—镗孔直径　2—余隙直径　3—逼近角度　4—安全平面　5—最小直线

Z 步距设置：Z 步距指定了每层刀路之间的深度。系统会使用需求 Z 值和基准 Z 值一起计算切削需要的实际 Z 步距和#层数。

刀间距：这个数值指定了每层刀具切除的宽度。数值自动计算为刀具的半径值。如果数值较小，刀路将有重叠。如果数值过大，有的区域将会切不到位。

毛坯：这个数值记录了镗孔的毛坯。正值是将要在孔留下的毛坯值，负值是孔需要切除的数值。

重叠量：重叠量是由刀路的结束点延伸到通过开始点定义的参数值。

重复切削次数：这个数值是重复切削的次数。

渐进角度：刀具从 0°开始切入工件。

刀具补偿开启：这个参数显示了刀具补偿是否开启或关闭。

顺铣/逆铣：这个单选项允许使用者指定刀具将运动的方向，要么是顺铣要么是逆铣。

5. 预先铣削

钻孔程序有一个为铣削提供进刀孔和角钻的操作。单独选择进刀和角钻，预先铣削操作将产生独自的程序。因此，如果同时选择进刀和角钻，预先铣削操作产生同一程序。这个参数可以用于多程序操作和任何一个不是铣削的程序。当在程序列表中有一个钻孔程序和多个铣削程序的时候，预先铣削都是粗体显示，如图 6-40 所示。

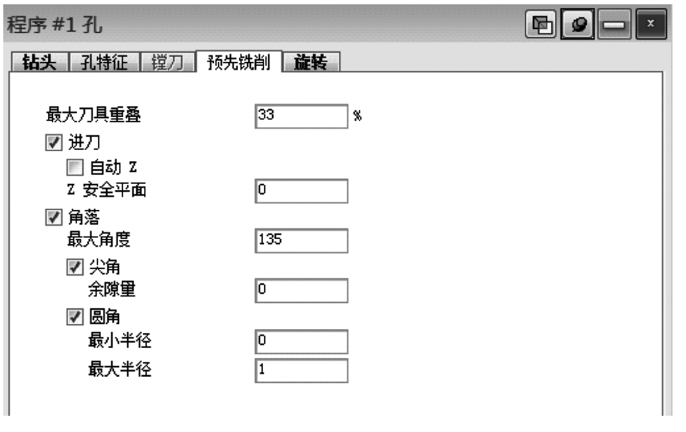


图 6-40　预先铣削

最大刀具重叠：这个操作定义了这个刀具进入程序的最大直径百分比，当很多孔都是彼此接近的时候这个参数很有用，即使是负数也能保证刀路程序是分离的。

进刀：这个操作将为粗加工和轮廓加工设置一任意点的进刀孔。记住如果钻孔深度比刀具产生的进刀点大，钻头将与工件干涉。就需要检查你的刀路。

自动 Z：这个操作将不考虑轮廓限制里的 Z 深度。钻头将到达槽底的 Z 深度。如果这个操作取消，预先铣削将直接切到最底 Z。这个操作必须谨慎。

Z 安全平面：这个操作将修改钻孔深度。正值将保证钻尖在槽底上方，负值将是钻孔钻进的深度。本质上这个值应该是从 Z 深度上减去所得到的值。因此如果铣削操作指定切去 -0.5″并且 Z 安全平面是 0.1″，那么钻孔操作就将是 -0.4″。

角落：这个操作将在粗加工和轮廓加工程序的任意一角落进行钻孔。它会为精加工程序

留最小的余量。这将减小刀具偏差，延长刀具寿命，获得完美的表面质量。记住如果钻孔深度比刀具产生的进刀点大，钻头将与工件干涉。就需要检查你的刀路。

最大角度：两线段之间的最大角度将决定两线段是否继续产生拐角。所有直线遇到这个角度都将考虑拐角。大角度将会给尖角留下大的未切削余量。

尖角：当选中这个操作，任何尖角都将被钻孔(不是整圆或内圆角)。将要输入一余隙值。这孔将从边钻削一尖角。大余隙值将会给尖角留下大的未切削余量。

圆角：当这个操作被选中，任何一圆角都有最大半径和最小半径的孔在圆角中心上。

图6-41 显示的是角钻。从右上方逆时针方向看这个尖角钻余隙值，一个整圆钻削在圆心处，有轮廓操作的进刀点。记住大的圆角和钝角将不钻孔。这个数值将依照操作的精度决定。

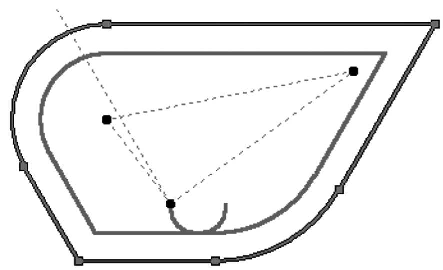


图 6-41　举例说明角钻

6.3.2　轮廓加工程序

轮廓加工用来加工外形轮廓或多轮廓。刀具路径可以设置几何的任意一边或中心。如多形状被选中的是刀路，将自动在中心位置，如图6-42 所示。



图 6-42　轮廓加工

材料：单击这个按钮将打开材料对话框进行材料选择和编辑，可以查阅到材料数据库显示的任何信息。

转速：RPM：这是主轴每分钟的转数。单击这个按钮加载通过材料数据库和刀具的信息推荐的数据。

进给：这是指定刀具将移动进入工件切削时的进给速度。单击这个按钮加载通过材料数据库和刀具的信息推荐的数据。

轮廓进给：这是指定刀具将移动进入工件切削时的进给速度。单击这个按钮加载通过材料数据库和刀具的信息推荐的主轴转速数据。

深度参数表：这个参数表对话框定义了安全平面和刀路深度值。另外，壁面控制操作让你设置2轴刀路，如图6-43所示。

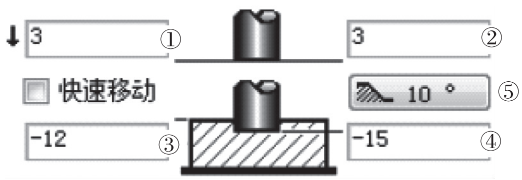


图6-43　深度参数

1—进刀安全平面　2—退刀安全平面

3—曲面Z　4—基准Z　5—壁面控制

进刀安全平面：进刀安全平面定义了在加载刀具之前将产生快速移动的刀路程序点。

退刀安全平面：退刀安全平面定义了刀具完成加工后快速退回的位置点。

曲面Z：曲面Z是指定的毛坯最高平面。

基准Z：基准Z是槽加工的深度。

快速移动：当选中这个参数，刀具移动将从进刀安全平面的位置快速移动到Z的开始点。使用快速进入要特别小心，它可以产生直接穿过毛坯的刀路。

壁面控制：壁面控制操作为2.5轴轮廓操作中壁面提供参数对话框（锥面或直纹面）。如果壁面是锥度，这个按钮将显示角度，如果这个壁面是直纹面，将显示扫描面。

这三个单独的按钮决定了轮廓程序创建壁面的类型，适用的选项有垂直的、扫描面和锥度面。“垂直的”是默认值，如果这个参数选中将没有任何需要输入的信息。“锥度面”和“扫描面”需要的信息将在下面叙述。其他的信息可以在轮廓程序和粗加工程序结合使用的时候在对话框中显示，如图6-44所示。

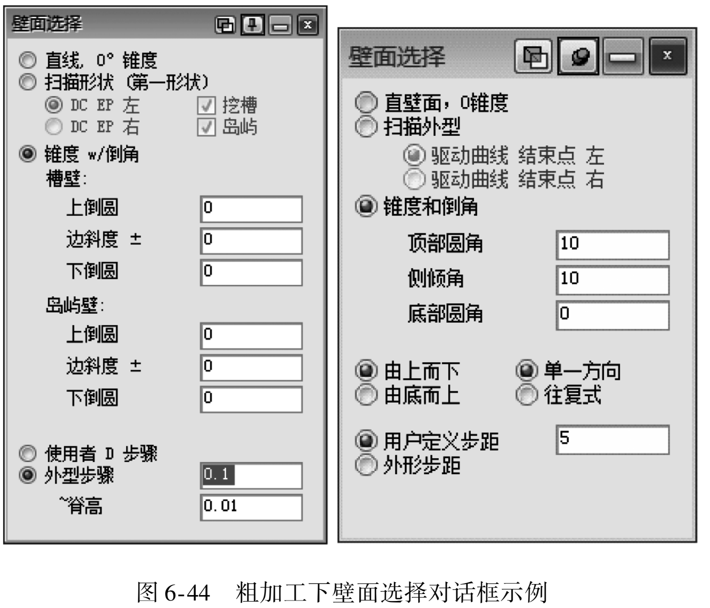


图6-44　粗加工下壁面选择对话框示例

扫描形面：当扫描成形操作选中，一个指定的导动线将作为基准线进行扫描成形。这个导动线就是面的形。“DC EP 左”（导动线终点）和“DC EP 右”选择用于显示基于导动线确定的加工位置。这都依靠于刀具切削方向。切削方向是由加工标记来确定的。沿着刀具切削方向看，导动线将附属在基线的左边或右边。当轮廓程序是多进程程序中的一部分时，扫描成形操作将允许你指定是否在口袋或岛屿或者两者使用扫描面。

锥度形面：当锥度壁面/圆角操作选中，通过指定面角度和任意顶部和底部圆角半径将生成锥度面。当轮廓程序是多进程程序中的一部分时，锥度面操作将允许你对口袋和岛屿面进行不同的设置。

顶部向下/底部向上：这个选择显示了刀路是否在工件的顶部向下切削（顶部向下）或在底部开始向上切削。由下向上切削可以创建很高的表面质量。

一个方向/后退 & 向前：如果选择一个方向，刀具将始终沿着同一方向运动。刀具将建立每个刀路程序从开始点向结束点运动，额外的刀路将退回开始点。如果这个程序对话框中开启了深度优先操作，刀具将从结束点快速移动到开始点。如果是关闭的，刀具将以进给的方式运动。如果“后退 & 向前”操作被选中，刀具将进行顺铣和逆铣混合切削。刀具将在开始点开始切削到结束点，然后再反向从结束点切削到开始点。

使用深度步距：这个操作创造了特殊的深度步距值。这是每层刀路之间的 Z 向深度值。

锥度步距：这个操作将通过导动线或锥度生成变量步距。它指定一个导动线或锥度决定的每层切削步距。

脊高：这个参数适合建立锥度面。锥度步距和脊高参数是交互的，输入任意一个数值，另外一个将会自动计算。脊高（或“扇贝高度”）是一遗留在锥度面两刀之间的残留毛坯的近似算法。

Z 步距：这部分参数帮助你定义刀具在 Z 向下降的深度值，如图 6-45 所示。

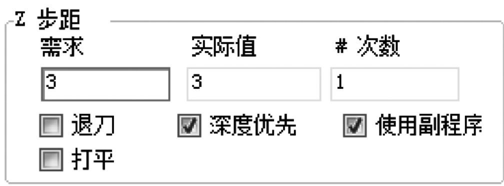


图 6-45　Z 步距

需求：用来定义每层刀路的深度。系统根据需求值和要切到的 Z 值来计算实际 Z 步距和将要产生的刀路层数。

退刀：退刀在多进程程序操作和深度优先操作激活状态下才被激活。当退刀打开，刀具将快速向上移动到进刀安全平面并在一个程序做完后进入下一程序的开始点。当退刀关闭，刀具将从一个程序的结束点进给到另一程序的开始点，中间省略了沿着 Z 轴退回的操作。

深度优先：这个操作允许使用者指定多槽加工不止一个步距时其中一个为优先步距。激活深度优先操作将使一个刀路完全加工到位，再移动到下一个操作。取消选择深度优先，使用者需要告诉系统第一次加工的时候要选择第一垂直步距。一旦第一个基准面全部选中，操作开始于第一个口袋或轮廓并且在第二个垂直步距开始切削。这将继续到整个程序完成，如图 6-46 所示。

使用副程序：这个选项允许使用者在生成后处理程序的时候使用子程序。激活这个操作将减少 G 代码的输出。

铣平面：这个操作修改每个平面的 Z 步距，例如一凸台顶面或槽底面。应用这个选项则会重新计算 Z 步距以适应水平部分，所以 Z 步距可能和设置的数值会不再匹配。

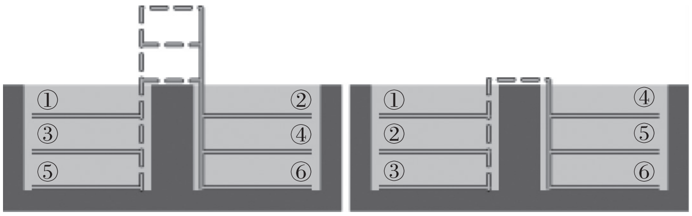


图 6-46　加工不通过深度优先和相对加工深度优先的例子

进入离开：这个参数允许你创建移动运动前增加的开始和结束点。这里有三个操作：直线与 90°圆弧、90°直线和进阶。进入/离开直线功能在刀具半径补偿时最有用，因为半径补偿是一特殊的刀具进入和离开的移动刀具路径，如图 6-47 所示。

直线与 90°圆弧：这个操作将产生 90°圆弧（你指定圆弧）在刀路开始前和退刀后。这个圆弧将与开始特征的点和结束特征的结束点相切。如果在直线参数表中设置参数，将会在刀路轨的开始圆弧前和结束圆弧后产生一直线。

90°直线：当这个操作被选中将会在刀路轨前增加一定长度的直线。这直线将和开始特征的开始点和结束特征的结束点垂直。

进阶：当这个操作被选中，进/退参数表就是粗体的。

毛坯参数设置如图 6-48 所示。

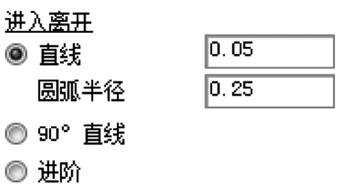


图 6-47　进入离开参数

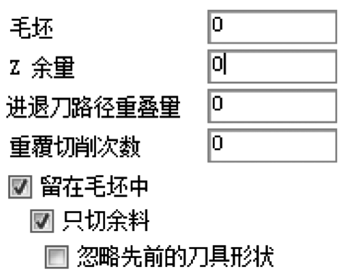


图 6-48　加工毛坯设定

毛坯：这里累计了槽每边遗留的余量。槽或岛屿留了正的余量，槽几何将切除负余量。

Z 余量：这里记录了毛坯深度方向上你将余留或清除的毛坯。负值是将在毛坯方向上深切入的数值。正值是将余留的数值。

重叠量：重叠量是结束点延伸通过开始点定义的数值，很适用于半径补偿操作。

重复切削次数：数值是额外时间产生的最后刀路轨迹数。Z 深度方向多程序，轮廓程序中定义的是刀具退回到进刀安全平面。

使用毛坯：刀路程序可以通过使用毛坯、只切余料和忽略先前的刀具形状进行系统优化。这些操作都是分等级的——彼此相互依靠激活。如果激活使用毛坯，接着只切余料就可以使用了，并且激活只切余料忽略先前刀具形状也可以使用了。使用毛坯将限制刀路超过任意轮廓的最大边界。这个操作将结束在轮廓的边界并且退刀，然后快速移动到下一个进刀点。

只切余料：这个操作依靠使用毛坯的激活。只切余料是通过余料的限制产生的刀具路径。如果一工件已经进行部分加工了，只切余料将确保余料切除，没有空切。

忽略先前的刀具形状：忽略刀具先前形状是使用只切余料操作忽略前一操作刀具轨迹。这在再加工时使用与先前刀具相等的圆角或略小于先前的刀具很有用。当忽略先前刀具形状被激活，2D 壁面加工中推荐使用忽略先前刀具形状将更优化。

取消忽略先前刀具形状加工有点复杂。首先，残留的余量是很精确的，分解前一程序的刀具的锥度和角落半径。确定关闭忽略先前刀具形状时，如果你有一粗加工大圆角半径的刀具和精加工小圆角半径的刀具，清除大圆角半径的刀具遗留的毛坯。取消这个操作也可以加工非 2D 工件，例如实体槽底部的圆角。

进给进刀类型：这个按钮允许你选择刀具怎样进入工件。默认的是插入（自动插入），也可以选择斜向和螺旋进入，如图 6-49 所示。

斜向：选择这个操作将让你定义一斜向运动进入工件，如图 6-50 所示。

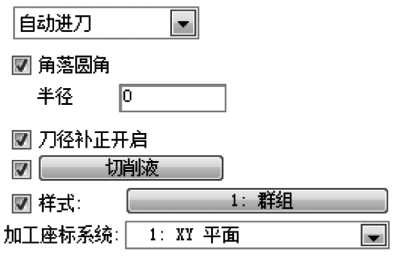


图 6-49　进刀设置

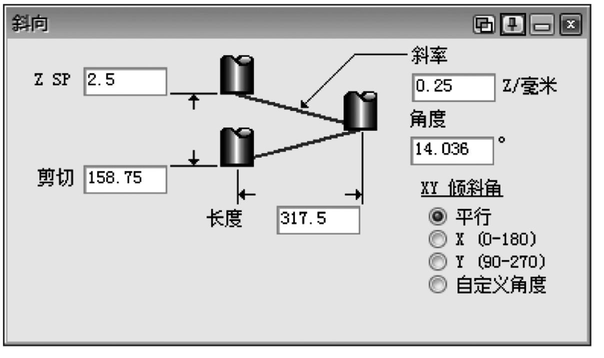


图 6-50　斜向进刀参数设置

Z 开始点：这是斜向 Z 位置的开始点。如果这个位置低于曲面 Z 值，刀具将插入这个位置。

切削：这是刀具最大的吃刀量。这个数值等于两倍的斜向运动。这是往复式运动的总深度。这个数值控制了基于当前斜率和斜角的斜面长度。

斜率 Z 每英寸/毫米：这个值是定义斜坡的斜率。数值 1 将在 XY 平面内 Z 向向下移动 1 个单位。数值 0. 25 将产生一斜率刀具下移 1 单位。指定斜率将基于刀具切削值计算斜坡角度和斜坡长度。

斜面角度：这是斜向运动的角度。指定这个数值将基于当前切削量计算斜率和斜面长度。

斜面长度：这个数值指定了斜面从 Z 开始点到 Z 结束点的单行程斜面长度。这个数值控制了基于当前斜率和斜面角度产生的切削量。

XY 斜面角度：斜面角度决定了实体斜面的开始角度。你可以让系统选择，指定沿着 X 或 Y 轴开始或指定特殊的角度。

螺旋：选择这个操作将让你定义进入工件时采取螺旋进入，如图 6-51 所示。

开始点：这是螺旋开始 Z 的位置。如果这个位置低于工件 Z 点刀具将插入工件。

切削量：这个数值是刀具能承受的最大 Z 步距。这个数值等于一完整 360°螺旋 Z 深度值。这个数值控制了基于当前斜率和角度生成的直径。

斜率 Z 每英寸/毫米：这个值是定义斜坡的斜率。数值 1 将在 XY 平面内 Z 向向下移动 1

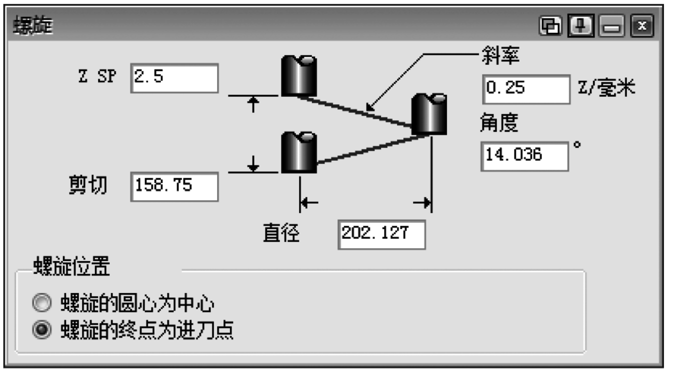


图 6-51 螺旋进刀参数

个单位。数值 0.25 将产生一斜率刀具在 XY 移动 4 个单位，而在 Z 向将移动 1 单位。指定斜率将基于刀具切削值计算斜坡角度和斜坡长度。

角度：螺旋运动降下的角度。指定这个数值将计算基于当前切削量产生的斜率和长度值。

直径：这个数值是螺旋直径。这个数值控制了基于当前斜率和角度产生的切削量。

螺旋位置：这个设置指定了螺旋相对于刀具进刀的位置。中心在指定进入点建立了螺旋在中心点，另外将从结束点到开始点的程序。螺旋端点在指定进入点将产生结束点和开始点在同一位置的螺旋程序。这排除了移动从螺旋中心到开始点，如图 6-52 所示。

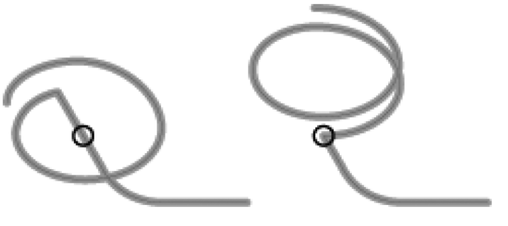


图 6-52 中心在指定点与结束点

角落圆角：这个参数允许使用者指定系统怎样处理轮廓程序的外部角落问题。当你选择角落圆角操作时，系统将在每个外形切削时的角落增加圆弧过渡。刀具始终紧贴圆角使圆角不产生毛刺。当你在圆角值输入 0 的时候将产生锐角转角。当取消角落圆角操作时，将不会产生圆角。

圆角：在这个框里输入参数将指定你选择的外形增加外部轮廓的圆角值。这只有在角落圆角是激活的情况下才可以使用。

半径补偿打开：这个参数显示了半径补偿是否打开或关闭。很多 CNC 机床要求直线进刀时半径补偿打开和直线退刀时半径补偿关闭。

冷却液：这个参数显示在程序里是否开了冷却液。水是标准的冷却操作。另外在后处理程序中可以进行冷却操作。

样式：当样式打开，程序将创建不同位置零件的同样的程序。刀路将在所选群组中的每个点进行切削。工作群组，将选择就近的程序按钮，包含未连接的，程序将在区域中的任意点创建程序。原始程序将不会创建群组程序中包含的任意点。程序输出的时候将使用子程序调用群组中先前程序中的每个点刀路。

加工坐标 CS：当一个 3 轴的 MDD 被激活，加工坐标将显示在屏幕上。

实体：当你选择实体参数的时候它将以粗体显示。在这个策略参数表中发现的实体仅仅是加工程序里的实体。

开放边界：这个参数始终是可用的。这个功能在有一个或多个开放边或空切的时候是很有用的。

最小切削量：这是系统针对加工切除的最小切削量。将产生额外的刀路切除区域毛坯或更多的残留毛坯。数值0将是切除工件所有区域（每个工件至少有0毛坯）。如果是大的数值，例如刀具直径，那将什么也切不着。

在只切除余料的操作下使用最小切削量是很重要的。数值0将尝试找到只切除余料没有切除比刀具半径小的区域毛坯进行全部清除。这个功能可以高效率地使用切余料操作，因此你可以忽略真正小的毛坯。

进入/退出：这个参数表包含了进退刀的高级运动参数。当你选中精加工进/退刀的时候就可以使用高级运动参数。

旋转操作：这个参数适合你使用车铣复合的MDD或4轴、5轴MDD，这个设置允许你旋转或创建旋转操作。

6.3.3 粗加工程序

粗加工程序用于建立槽和凸台从封闭轮廓内部或工件表面去除毛坯的操作。这有多种类型的口袋加工策略，包括偏置、往复和面铣，如图6-53所示。

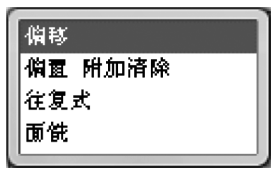


图6-53 粗加工策略

下面就是通用的粗加工策略类型。另外这些策略可能提供，也可能不提供程序。这些策略将是以后讨论的章节中的基本组成部分，涵盖了口袋加工策略，如图6-54所示。

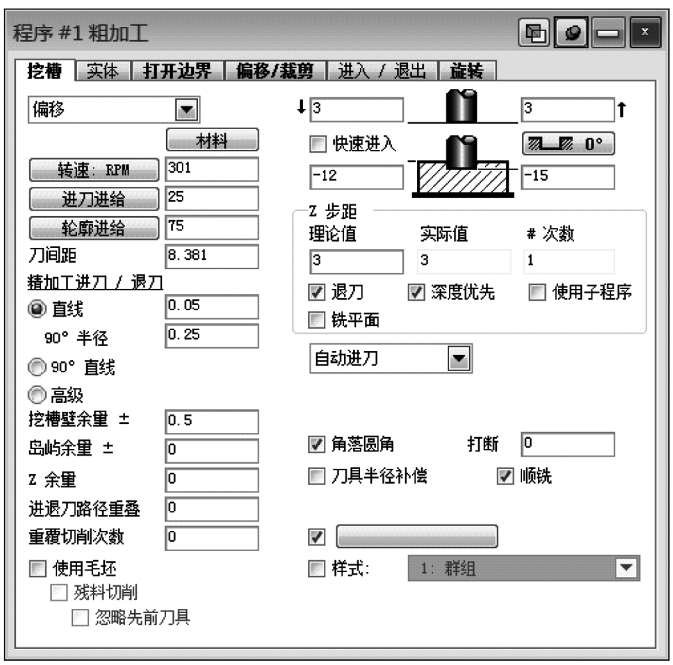


图6-54 通用粗加工策略

程序类型列表：这个列表可以设置粗加工类型。

材料：单击这个按钮将打开材料对话框。参考材料数据库的全部信息。

转速：RPM：这是主轴每分钟的转数。单击这个按钮加载通过材料数据库和刀具的信息推荐的数据。

进给率：这是指定刀具将移动进入工件切削时的进给速度。单击这个按钮加载通过材料数据库和刀具的信息推荐的数据。

轮廓进给：这是指定刀具将移动进入工件切削时的进给速度。单击这个按钮加载通过材料数据库和刀具的信息推荐的主轴转速数据。

切削宽度：这个数值指定的是每条刀路将移动切削的宽度。这个数值将自动默认为刀具半径。如果数值过小，刀具路径将会交叠。如果数值较大，区域将会漏切，特别是锐角功能被选中的时候。

进入和退出：这个策略的进退刀允许你设置另外的开始和结束的刀具路径。有三个操作：直线和 90°圆弧、90°直线和进阶。直线进/退刀在使用刀具补偿的时候很有用，因为刀具补偿是开始进入和退出工件的第一条和最后一条刀路轨迹，如图 6-55 所示。

直线 90°圆弧：这个操作将在刀路开始前和退刀后产生 90°圆弧（你指定圆弧）。这个圆弧将与开始特征的点和结束特征的结束点相切。如果在直线参数表中设置参数，将会在刀路轨迹的开始圆弧前和结束圆弧后产生一直线。

90°直线：当这个操作被选中将会在刀路轨迹前增加一定长度的直线。这直线将和开始特征的开始点和结束特征的结束点垂直。

进阶：当这个操作被选中，进/退参数表就是粗体的。

深度参数表：这个参数表对话框定义了安全平面和刀路深度值。另外，壁面控制操作适合偏置和往复式程序，如图 6-56 所示。

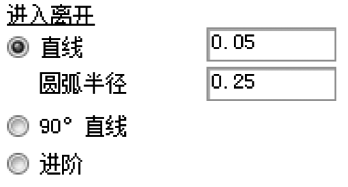


图 6-55　进入离开参数

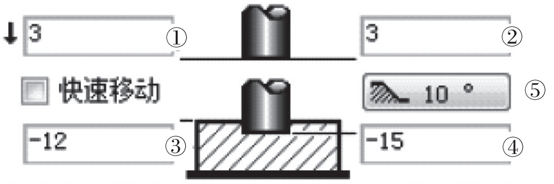


图 6-56　深度参数

1—进刀安全平面　2—退刀平面　3—平面 Z

4—基准面 Z　5—壁面控制

进刀安全平面：进刀安全平面定义了在加载刀具之前将产生快速移动的刀路程序点。

退刀安全平面：退刀安全平面指定了全部程序完成后刀具快速移动到退回的位置。

曲面 Z：曲面 Z 指定了毛坯的最高点位置。

基准面 Z：基准面 Z 指定了槽加工的深度值。

快速移动：当选择这个参数时，刀路从进刀平面的位置将快速移动到 Z 开始点的位置。快速进入操作使用时要特别谨慎小心，不然就直接进入工件了。

壁面的选择：这个壁面控制按钮为槽加工提供 2.5 轴面（锥面或直纹面）加工程序。如果面是锥面，这个按钮将显示锥面的角度，如果是扫描面这个按钮将显示扫描。

这三个单独的按钮决定了轮廓程序创建壁面的类型。使用的选项有垂直的、扫描面和锥

度面。垂直的是默认值，如果这个参数选中将没有任何需要输入的信息。锥度面和扫描面需要的信息将在下面叙述。其他的信息可以在轮廓程序和粗加工程序结合使用的时候在对话框中显示，如图 6-57 所示。

扫描面：选中“扫描形状”，一个指定的导动线将作为基准线进行扫描成形。这个导动线就是面的形。“DC EP 左”（导动线终点）和“DC EP 右”选择用于显示基于导动线确定的加工位置。这都依靠于刀具切削方向。切削方向是由加工标记来确定的。沿着刀具切削方向看，导动线将附属在基线的左边或右边。当轮廓程序是多进程程序中的一部分时，扫描成形操作将允许你指定是否在口袋或岛屿或者两者使用扫描面。

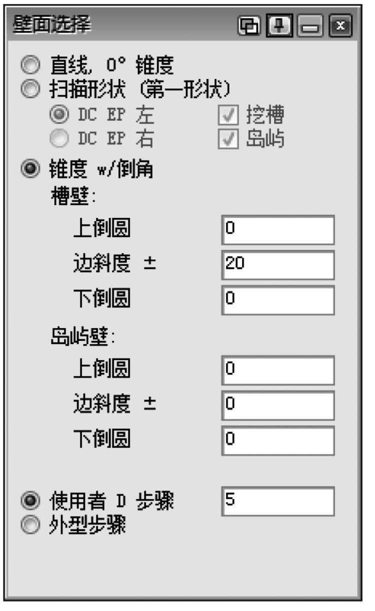


图 6-57 侧壁面铣削对话框

锥度形面：当锥度壁面/圆角操作选中，通过指定面角度、任意顶部和底部圆角半径将生成锥度面。当轮廓程序是多进程程序中的一部分时，锥度面操作将允许你对口袋和岛屿面进行不同的设置。

使用深度步距：这个操作通过指定数值建立了深度步距。这是每层刀路的 Z 向深度的绝对值。

锥度步距：这个操作将通过导动线或锥度生成变量步距。它指定一个导动线或锥度决定的每层切削步距。

脊高：这个参数适合建立锥度面。锥度步距和脊高参数是交互的，任意一个数值输入另外一个将会自动计算。

刀具进入：这个常用的按钮允许使用者指定刀具以怎样的形式进入工件。这里有四个操作，自动插入、插入、斜向和螺旋。自动进刀是系统控制刀具如何进入毛坯，如图 6-58 所示。所有操作描述如下：

自动进刀：如果自动插入操作被选中，系统会根据这个操作选择最好的位置使刀具进入工件。另外，如果在程序工艺表中有先前的孔程序，自动插入将自动控制这个孔程序的进孔程序。

插入：如果这个操作被选中，刀具将按照 X 和 Y 轴插入工件。刀具将从安全平面进给移动大批指定的开始点。刀具再按开始点进给移动到刀路开始点。这个操作对于毛坯上有预先的点并且可以使刀具在进行刀路切入前移动的点很适用。它只用于一个口袋的加工程序，如图 6-59 所示。

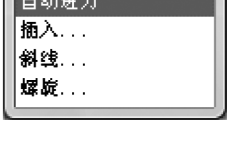


图 6-58 进刀方式

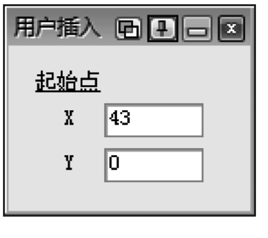


图 6-59 插入点定义

斜向：斜向将代替预钻孔进入。刀具将从开始点斜向进入 Z 指定点。刀具将通过指定 XY 斜面角度和指定斜率进入工件。角度参数允许使用者指定斜向进退操作中的斜向进退角度。斜率和角度都是交互式的。如果角度设置了，斜率将会自动计算，反之亦然。最大切削量是刀具在 Z 向的吃刀深度并且壁面余量指定了刀具必须避开精加工壁面的距离。系统将自动检查斜向运动避免口袋槽的任意几何，如图 6-60 所示。

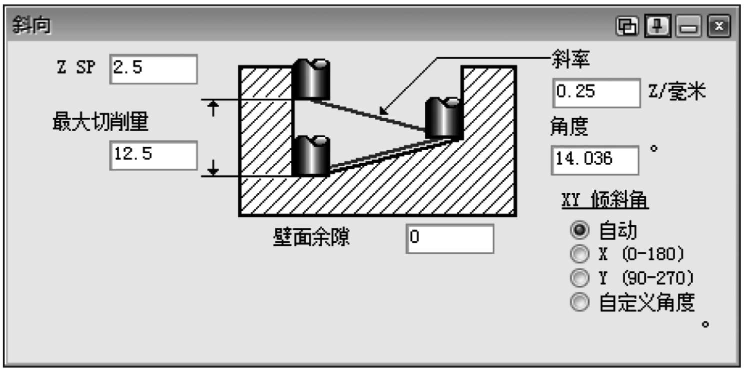


图 6-60 斜向下刀参数

螺旋：螺旋对话框允许你螺旋 Z 向进入，如图 6-61 所示。

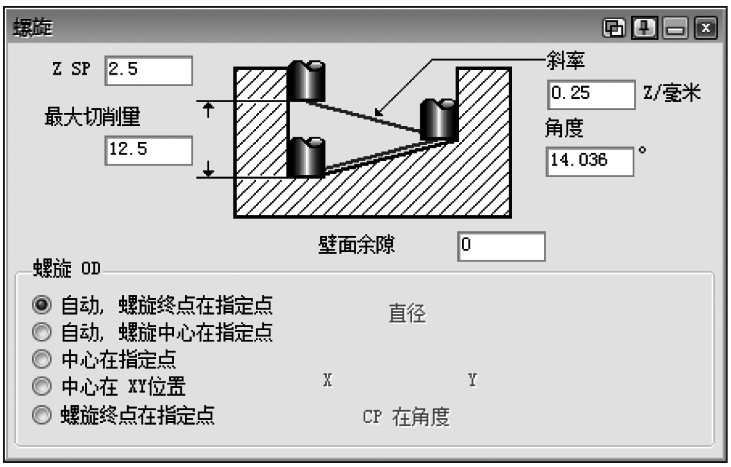


图 6-61 螺旋下刀参数

Z SP：螺旋开始点。如果这个点的数值比工件顶面低，刀具将从这个深度插入。

最大切削值：这是 Z 向最大全程旋转螺旋值。

斜率 Z/（英寸/毫米）：这是 Z 向相对于 XY 运动的 1 单位的比率。

角度：这个允许输入的数值代替了斜率。

壁面余隙：这是定义刀具必须避开精加工的距离。系统将验证斜向运动不与任何口袋几何干涉。

自动，螺旋终点在指定点：螺旋将在口袋的开始点结束。

自动，螺旋中心在指定点：螺旋将在槽的 Z 底面并且刀具将从螺旋的结束点移动到槽的

开始点。这个螺旋的中心线（或中心点）将在槽的开始点的圆心。

中心在指定点：螺旋距离将等同于最大切削数值和直径栏将要指定的直径值。螺旋的结束点将在槽的精加工 Z 的位置，刀具将从螺旋的结束点移动到槽的开始点。这个运动将干扰一些口袋几何。

中心在 XY 指定点：允许螺旋中心在通过 X 和 Y 指定的点。直径是必须指定的。这个运动将干扰一些口袋几何。

螺旋终点在指定点：螺旋中心将通过指定 CP 的角度和直径来确定。直径是必须指定的。这个运动将干扰一些口袋几何。

1. 偏置附加清除策略

“偏置”程序是标准口袋加工的同中心刀路轨迹。“偏置清除”工艺创建包含角落延伸的偏置刀路从而清除刀具第一层加工遗漏的毛坯区域。转速和余量都将在粗加工程序部分开始，如图 6-62 所示。

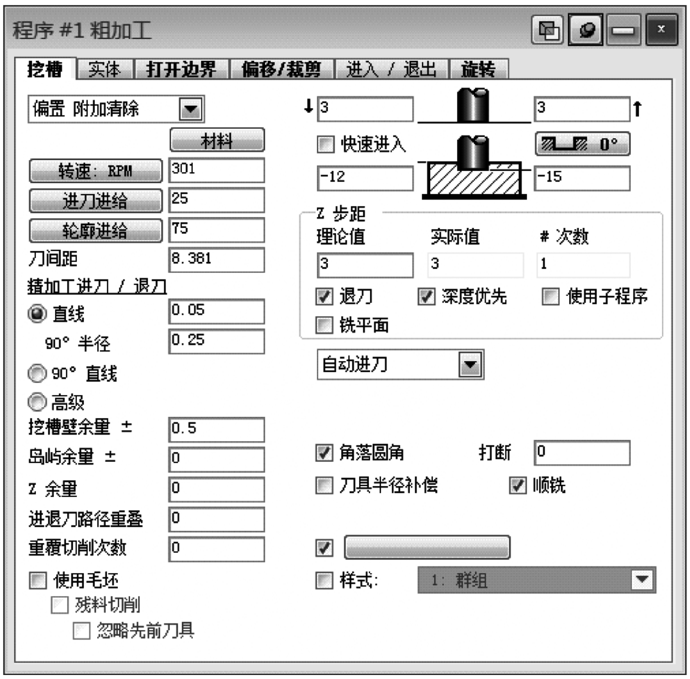


图 6-62 偏置粗加工参数设置

2. 往复式策略

往复式粗加工创建了指定角度和边界沿着边界轮廓运动的直线刀路，如图 6-63 所示。

切削宽度：这个数值指定每条刀路将移动切削的宽度。这个数值将自动默认为刀具半径。如果数值过小，刀具路径将会交叠。如果数值较大，区域将会漏切，特别是锐角功能被选中的时候。

切削角度：指定往复式切削角度。

挖槽毛坯余量 ±：这是留在槽壁面的每个边上的毛坯余量。毛坯余量正值是留在槽或岛屿上的毛坯，负值是口袋几何将要切除的毛坯。



图 6-63　往复粗加工参数设置

岛屿毛坯余量 ±：这是在口袋粗加工中遗留在每个角落的余量。正值是留在槽或岛屿中的余量，负值是将要切除的毛坯几何。

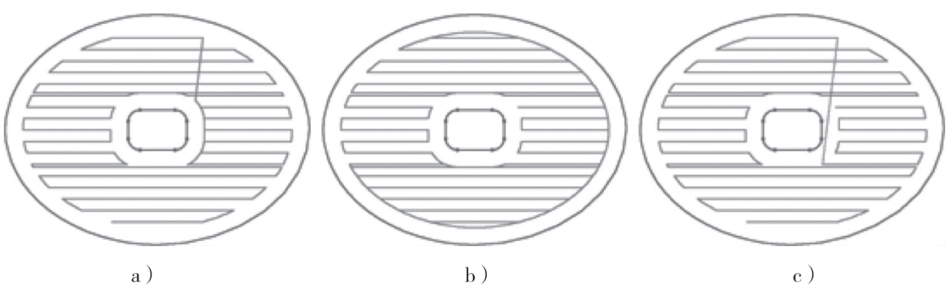
Z 毛坯余量：这是遗留或去除深度方向的毛坯。负值是在毛坯方向多切的余量。

右边开始：当你激活的时候，往复式的刀路将在工件的右边开始启动。当没有激活的时候，第一毛坯将在工件的左边开始。这些操作是通过定义的。

不退刀：当激活的时候，系统将产生没有因产生在槽 Z 步距方向干涉的往复式刀路。不退刀将被 停留在周围操作代替。当没有退刀是关闭的，刀具路径将产生每个 Z 步距退回两相同槽中区域的最高点。这个操作是通过定义的。当一往复式口袋加工程序中不退刀操作刀具不使用开放口袋加工壁面余量进给进入工件。

停留在周围：当这个操作打开，刀具将沿着槽连接下个区域进行切削运动。当这个操作是关闭的，系统将产生直接连接下个区域通过完全干涉检查的刀路切削。这个操作是通过定义的。

图 6-64 是不退刀操作的例子。图 a 举例说明默认值，打开不退刀和关闭停留在周围。



a）　　b）　　c）

图 6-64　快速移动路径示例

注意刀路采用尽可能近的路径进入下一层切削，并通过环绕凸台而壁面干涉。图 b 举例说明激活不退刀的刀具路径和停留在周围是打开的。记住刀具路径将围绕工件的边运动。图 c 举例说明不退刀操作关闭时的刀具路径。因此，刀具将快速向上移动并进给下降到下个区域的开始点进行切削。

切到平行壁边：当激活的时候，系统将加工到与毛坯平行的壁边。打平将在最后刀路上调整切削宽度。这个操作通过定义取消。

最小切削量：这个值将比设置的切削宽度小。壁面必须平行于切削角度。图 6-65 显示了工件最小切削量的设置低（多壁面切削）和相同的程序设置高的参数，创建的程序将更加优化。

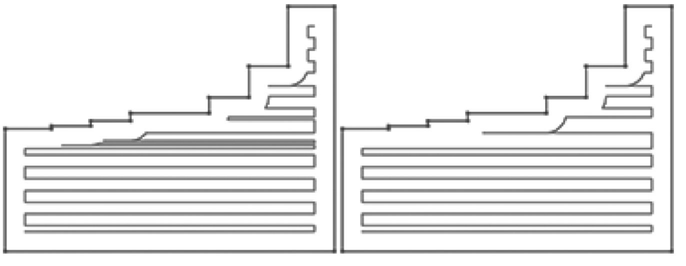


图 6-65　最小切削量设置高和低的例子

打平壁面的例子：用 30mm 刀具切削 70mm 宽的槽。30mm 刀具切削两刀将切除 60mm 宽的毛坯并遗留 10mm 的毛坯余量。打开打平平行壁面选项并输入想要的小于 10mm 的最小切削参数值，则会强制往复操作调整它的最后一刀的切削宽度。通过这样做可以使刀具切削到壁面并保证槽宽为 70mm。

清除周围：激活这个操作将产生包含选择形状的单刀轮廓程序。这个刀路可以在往复式程序前或后。

Z 形折向之前：取消 Z 形折向之前操作将产生在往复式程序之后的轮廓程序。激活 Z 形折向之前将在往复式切削程序前产生单刀程序。

使用毛坯：刀具路径将通过系统使用“使用毛坯”、“只切余料”和“忽略先前刀具形状”来优化。这个操作是分等级的，一个个彼此依靠而激活。如果“使用毛坯”被激活，接着“只切余料”可以使用，“忽略先前刀具形状”也可以使用了。

当“使用毛坯”被激活，刀具路径仅限于当前定义的毛坯。唯一的例外是定义开放口袋的对话框时。

当“使用毛坯”被激活后，系统都会不通过选择几何和实体进行刀路轨迹运算。这类似于曲面铣。这个系统将产生一个依赖现有毛坯产生的槽。可以在文件对话框、群组或实体中设置毛坯。口袋加工操作可以切削从 Z 的最高面到 Z 的结局深度。这个功能可以知道实体曲面是否被建立。

只切余料：这个操作依靠“使用毛坯”的激活。只切余料是通过余料的限制产生的刀具路径。如果一工件已经进行部分加工了，只切余料将确保余料切除，没有空切。

忽略先前的刀具形状：忽略先前的刀具形状是使用只切余料操作忽略前一操作刀具轨迹。这对于再加工与先前刀具相等的圆角或略小于先前的刀具很有用。当“忽略先前的刀

具形状”被激活，只切余料将会假装用锥度刀铣削。当一个工件仅仅是同 2D 几何定义的时候，推荐激活忽略刀具形状选项，因为 2D 壁面的残留材料很容易被系统显示。

取消忽略先前刀具形状加工有点复杂。首先，残留的余量是很精确的，分解前一程序的刀具的锥度和角落半径。确定关闭忽略先前刀具形状时，如果你有一粗加工大圆角半径的刀具和精加工小圆角半径的刀具，清除大圆角半径的刀具遗留的毛坯。

在壁边切削退回：当这个操作被激活，系统将会在下一条刀路之前生成沿外围反向的刀路以覆盖先前的刀路，从而清除了刀路留下的残留余量。这个选项是两个可以用于所有往返方式的刀路操作的一个选择。

继续同样的操作：这个操作提供了多部分选择或区域加工的口袋加工。例如在槽中有凸台，当刀具碰到凸台的时候，有两个选项控制如何继续产生刀路程序。这个选项是两个可以用于所有往返方式的刀路操作的一个选择。

当这个操作激活后，刀路会继续向前，但会尽量靠近地绕过障碍。

当这个选项关闭，刀路会环绕或越过障碍并加工由障碍隔开的区域，然后继续加工操作。这个选项默认为打开。

图 6-66 举例说明了哪种情况将会应用这个选项。

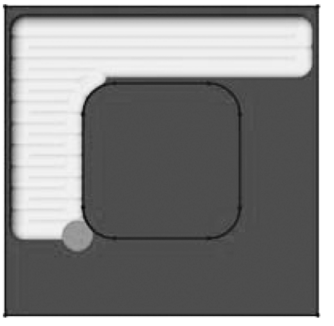


图 6-66　加工效果图

半径补偿打开：许多 CNC 机床需要直线进入移动时的半径补偿打开和直线退出的时候半径补偿关闭。我们推荐在粗加工中使用切削刃加工参数的时候不要使用半径补偿。

3. 面铣策略

曲面铣削能完全自动清除实体曲面余料。当曲面铣削操作被选中，粗加工的按钮一部分将会显示。曲面铣削的每个特征将在下面描述。当你操作执行偏移粗加工操作时就包含了面铣功能，如图 6-67 所示。

切削选择：如果毛坯被选中，就没有几何需要选择了。这个程序将会铣削所有选择的毛坯。如果一形状被选中，一封闭的轮廓必须被选择。这个系统将面对所选择的外形毛坯。

切削操作：这个选择显示了刀具路径是如何产生以及决定完成切削粗加工最好的圆弧长度。每个选择将在下面进行描述。

环绕式：这个操作将产生快速圆弧刀路，可以提高表面质量。刀具开始在工件上并且在工件上退刀。刀具环绕进入毛坯并且产生一仿形去除毛坯刀路。

往复式：这个操作也将产生一快速粗加工循环和一半精加工程序。刀具开始点和结束点都远离工件。往复式刀路是顺铣和逆铣交互式去除毛坯。

往复式：这个程序可以产生比较好的曲面质量，因为刀具始终是逆铣。刀路轨迹是沿着工件两端进行切削。

单方向：这个操作产生的程序使工件表面质量是最好的，但是产生的是减速圆弧刀路。这个刀具将产生一条快速抬起由背向穿过工件的刀路轨迹，接着将产生需要清除余料的刀路轨迹。

开始圆角：这个按钮决定了刀路的一个起点。这个选择显示了外形的圆角，刀具将要切入的点是整个毛坯的外形或一封闭轮廓的圆角。

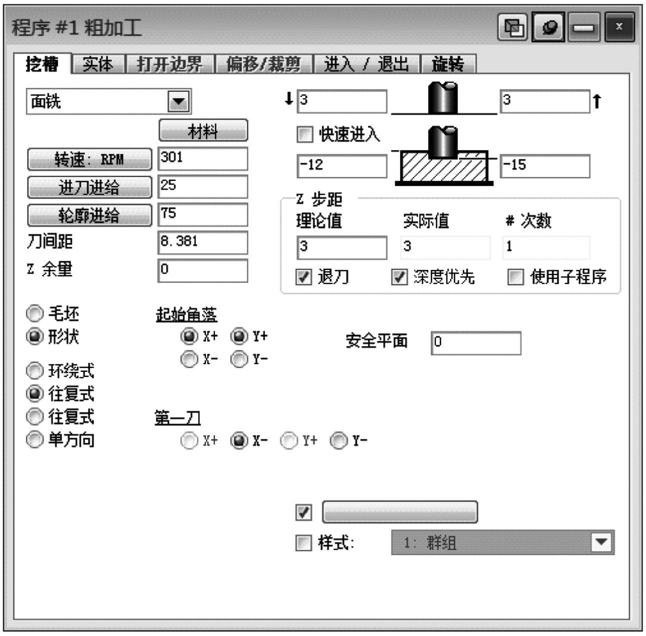


图 6-67　面铣削参数

第一刀：这个可选的参数是依赖于所选择的起始圆角。这个按钮决定了面铣操作第一刀开始切削的方向。

安全平面：安全平面可以输入在刀路生成之前的 XY 偏移值。这个刀具路径常偏移一个毛坯轮廓或通过刀具圆角选择的几何。这个安全平面值是刀具圆角的偏移值。

实体策略：当一个线框被选中这个按钮是粗体的。这个策略只影响着实体和片体加工。

4. 开放边界

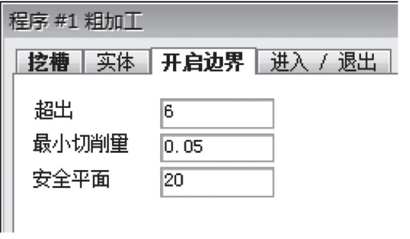
开放边界在口袋加工中没有完整的设置，例如一正方形槽只有 3 条边。开放边界设置也涉及遇到毛坯孔时的刀路。一般来说，开放边界设置影响着开放边界轮廓的刀路程序，如图 6-68所示。

超出：超出操作允许使用者定义一刀具将清除加工交迭数值。如果不输入数值，系统将自动通过刀具圆角计算数值。当定义一个由组合几何构成的单条封闭几何的挖槽加工时，则自动应用开放/墙角落清除功能。组合几何时常规的蓝色几何（墙壁几何）混合红色几何(开放几何）如图 6-69 所示。

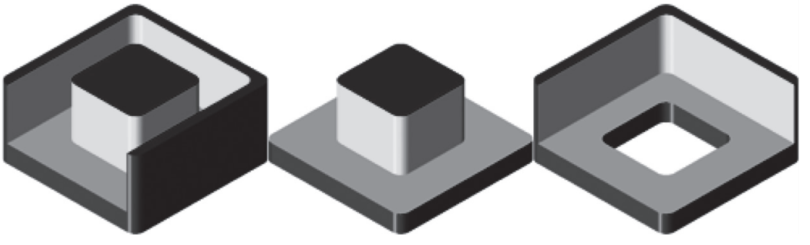
安全平面：开放边的安全平面指定了切削刃将在槽的何处进入。这将用于空运行几何、角落清除、只切余料和实体模具的开放边。几何或实体是封闭槽（没有开放边或空几何）的例子如图 6-70 所示。

最小切削值：这是系统针对加工切除的最小切削量，将产生额外的刀路切除区域毛坯或更多的残留毛坯。数值 0 将是切除工件所有区域（每个工件至少有 0 毛坯）。如果是大的数值，例如刀具直径，那不会切除任何区域。

在只切除余料的操作下使用最小切削量是很重要的。数值 0 将尝试找到只切除余料没有切除比刀具半径小的区域毛坯进行全部清除。这个功能可以高效率地使用切余料操作，因此



a）开启边界功能



b）加工效果显示

图 6-68　开启边界功能与加工效果显示

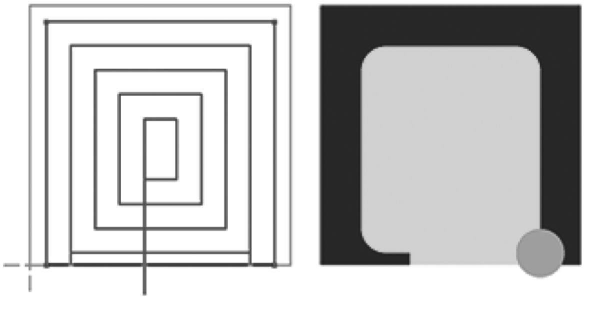


图 6-69　开放几何方式加工

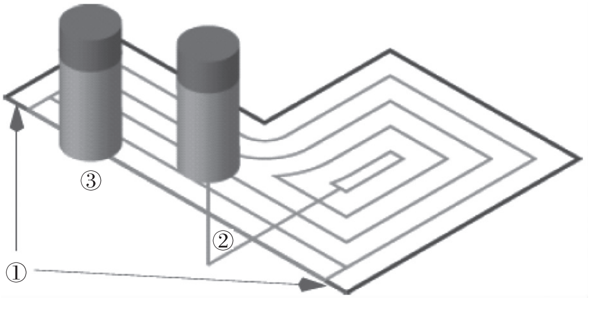


图 6-70　开放边界中超出和安全平面的定义例子

1—开放几何棱边　2—进入安全平面高 25mm　3—上悬 6mm

你可以忽略真正小的毛坯。

5. 进入/退出

这个参数表包含了进退圆弧的高级操作。通过操作可以定义进退刀的移动。你可以定义进刀和退刀类型完全不同的运动。为了达到这一效果，单击“操作”按钮。当在口袋加工策略中进阶进退操作被选中的时候这个进退刀参数表是粗体的，如图 6-71 所示。

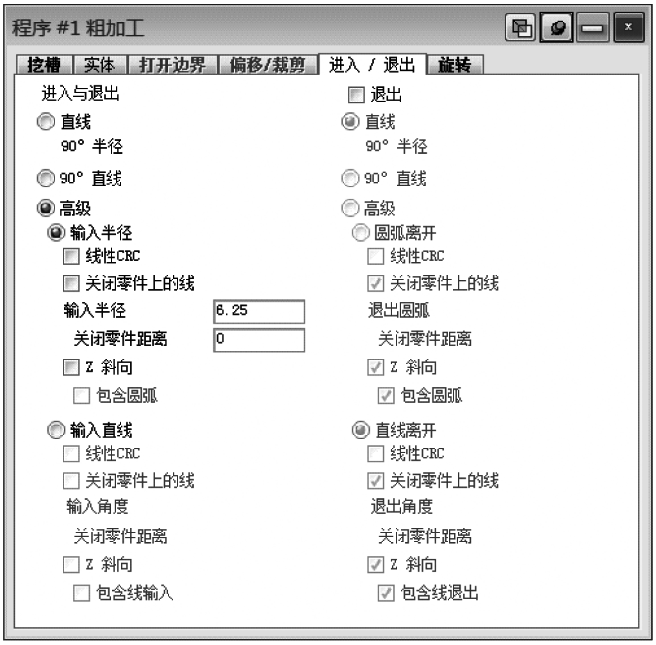


图 6-71　进入/退出参数

退出：选择这个操作可以定义不同的进入和退出移动，如图 6-72 所示。

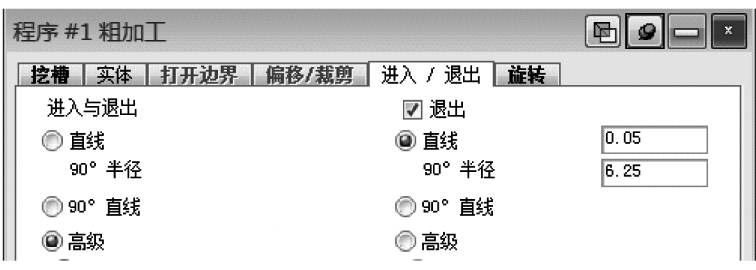


图 6-72　参数设置

圆弧进/退刀：选择这个操作可以使用基于圆弧的进退刀。

CRC 直线：选择这个操作可以进行刀具补偿。设置你想要的半径补偿直线的长度。

离开工件直线：选择这个操作产生进给进入或退出工件。

进/退刀圆弧：指定你希望产生的进退刀圆弧移动。

离开工件的距离：这个操作可以限制圆弧。这个数值定义了刀路第一个特征到进/退圆弧的平衡距离。这就意味着材料定位从机器到工件的距离通过离开工件的距离数值来确定。

6.3.4　螺纹铣削程序

这个功能结合螺纹铣削刀具可以很方便地铣削内外螺纹。螺纹铣削程序类似于钻孔程序，需要任意一个点或圆，如图 6-73 所示。螺纹铣削的每一个功能在下面有详细描述。

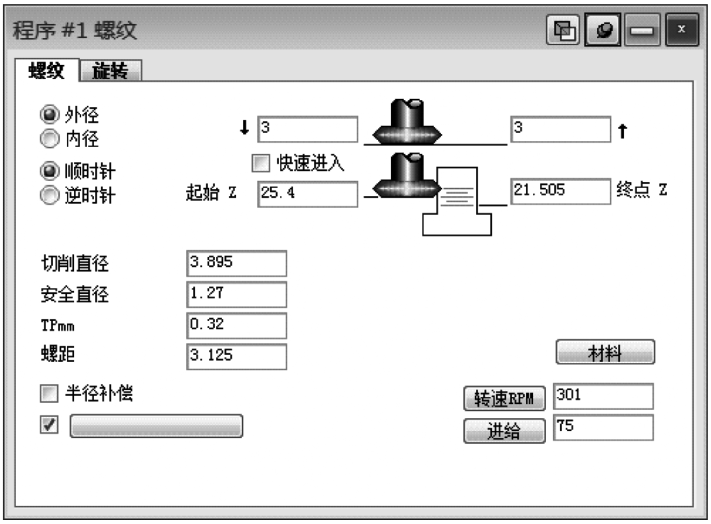


图 6-73　螺纹加工参数

螺纹铣削进/退刀图表：进退刀安全平面功能和其他程序对话框操作是一样的。螺纹的起点和终点的位置输入是现有实际的点的位置。系统将增加一段 45°螺旋线在刀具路径的起点和终点，为螺纹铣削路径提供了平滑过渡。起点和终点的螺旋线将比现有输入的螺纹起点和终点要低或高。刀具可以上下移动，这就意味着开始点比 Z 的位置高或低，终点也是这样，如图 6-74 所示。

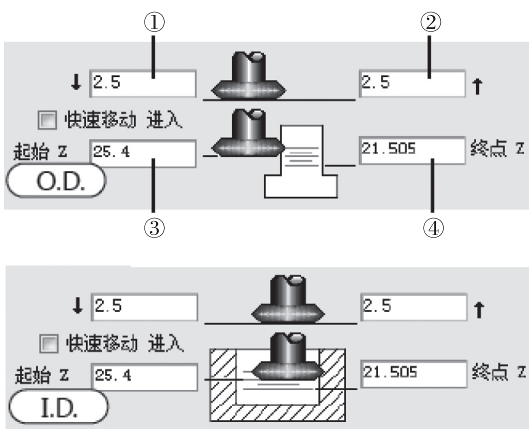


图 6-74　螺纹铣削参数

1—进刀安全平面　2—退刀安全平面

3—螺纹起点　4—螺纹终点

螺纹类型：这个选择决定是否建立内螺纹和外螺纹的程序。螺纹铣削的进/退刀图表将会按照上面的选择而改变。

螺纹方向：这个选择决定是否建立顺时针或逆时针方向的程序。

切削直径：切削外螺纹的时候，是刀具的最小切削直径。切削内螺纹的时候，是刀具的最大切削直径。

6.3.5　只切余料

只切余料加工操作可以让系统知道哪些地方余料已经被清除。只切余料操作提供了无空切策略，并且能够根据剩余毛坯进行计算，除了曲面操作。口袋加工利用只切余料策略来清

除当前模型剩余毛坯。只切余料用于 2D 几何或实体粗加工之后。

建议如果不需要请不要选择这个选项，可提高系统运行性能并控制零件文件的格式最小化。

只切余料定义：只切余料策略为轮廓加工、口袋加工和钻孔操作（2D 操作）计算粗加工遗留角落的残留毛坯进行清除。

只切余料功能描述：当只切余料操作被激活，系统将自动根据前面的程序和操作考虑当前毛坯情况，包括客户定制的毛坯规格。后来的程序系统将会根据选中只切余料操作和参考前面程序遗留下来的毛坯进行刀路计算清除剩余毛坯，因此提供了无空切刀路。刀路产生是基于当前的开放槽的情况，如图 6-75 所示。

只切余料局限性：任何刀具在只切余料操作中被推荐为固定数值或减小的圆角数值。

开放口袋和封闭口袋涉及到的只切余料：下面四个例子帮助你了解只切余料操作在不用环境下提供的强大的特征解决方案。

封闭口袋和只切余料：封闭口袋定义了封闭形状由所有壁面组成的特征。图 6-76 举例说明了封闭口袋和只切余料。在封闭口袋里有一靠近壁面的岛屿。

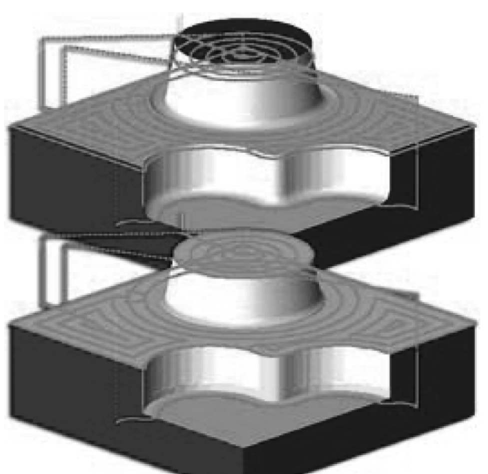


图 6-75　粗加工操作使用只切余料

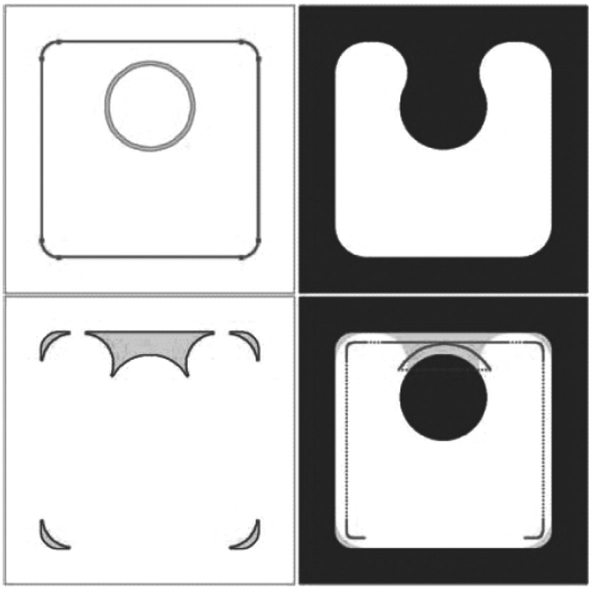


图 6-76　封闭口袋和只切余料

开放挖槽和只切余料：一个开放挖槽也是由一个封闭形状来定义，这个封闭形状或是全部开放特征或是开放和墙壁特征的组合。我们也把开放和墙壁特征的组合称为组合几何。针对开放挖槽并应用只切余料有两种加工方法，具体内容表述如下。

多形状方法：这是优选的针对开放挖槽并应用只切余料加工的方法。这种方法至少需要两组几何形状。第一组几何是一组完全的开放轮廓，代表毛坯形状。第二组形状则由墙壁特征构成。使用这种方法，系统会把零件当成毛坯中的一个岛屿来对待。这也是实体情况下创建只切余料操作的方法。图 6-77 阐述了开放挖槽和只切余料应用多形状方法。

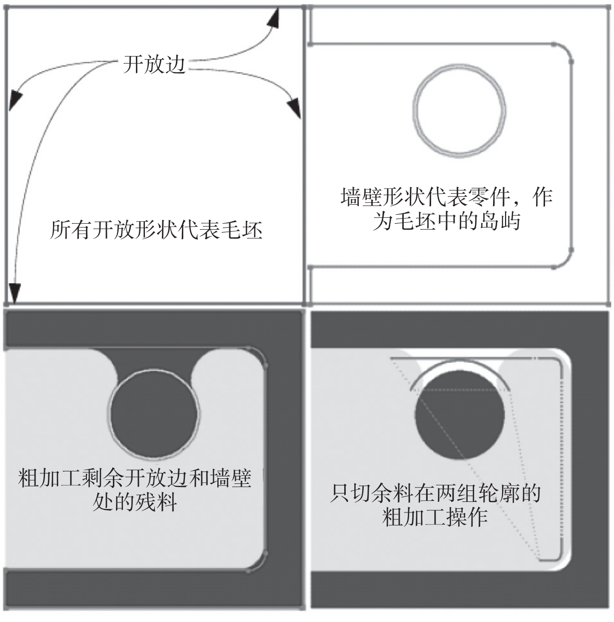


图 6-77　多形状只切余料的方法

组合几何方法：这个方法是用组合几何（一个或多个由开放边和墙壁特征组合而成的几何）来定义开放挖槽。这是一种快速创建所需几何的方法，但对于复杂的开放挖槽零件可能会产生不理想的刀路。图 6-78 阐述了使用组合几何方法创建开放挖槽和只留余料。推荐使用零件毛坯和悬垂参数。输出的结果类似于图 6-77，但组合几何方法更快（需要创建更少的几何)，也更简单，但需要更多刀路的检查。

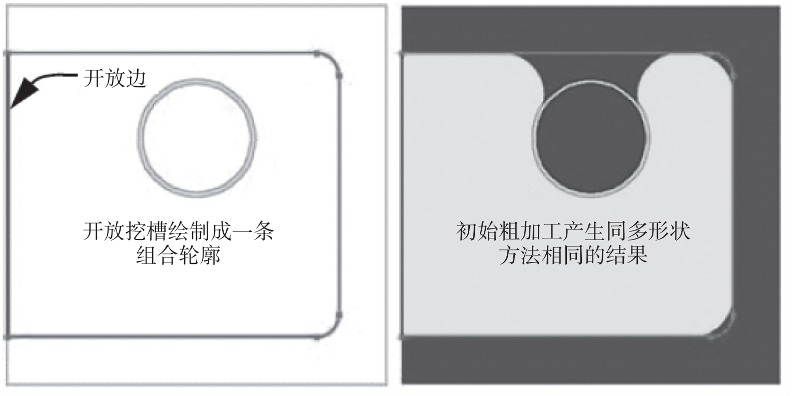


图 6-78　组合几何只切余料方法

客户自定义毛坯：图 6-79 举例说明了开放口袋和只切余料在多进程形态加工中的应用方法。这是使用者自己通过挤出几何建立的毛坯（记住：它支持外形旋转)。

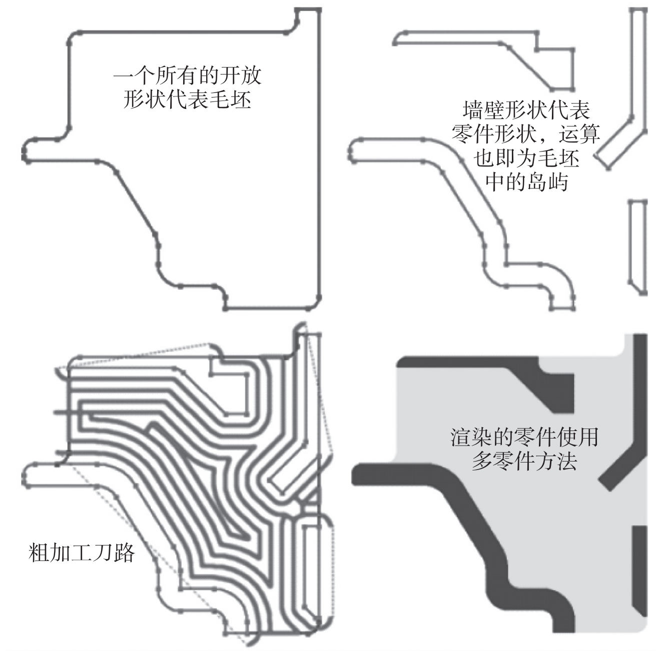


图 6-79　多进程只切余料的方法

6. 3. 6　旋转参数表

在旋转参数表中，当 4 轴或 5 轴 MDD 在程序对话框中被选中时，将提供 4 轴或 5 轴加工功能。在这个参数表中可以创建旋转位置加工刀路、旋转位置和重复复制（设置一个数字和旋转角度将进行重复操作 ）或创建旋转刀路轨迹。当这个操作重复复制产生的刀具路径是沿着你输入的角度（正向或负向)，如图 6-80 所示。



图 6-80　螺旋参数

1—加工程序坐标轴　2—启动位置和旋转开始角度

3—旋转铣削　4—#额外重复次数　5—下一个重复增加的角度

加工坐标 CS：这个通用的功能可以使使用者指定通过定义的 XY 平面进行程序创建。所有坐标系统可以使用或选择。这个系统将会输出适当的旋转移动切削选择的加工坐标中的工件。刀具始终逼近工件并沿着选择的加工坐标正半轴进行切削。

位置：选择这个操作执行一个选中的坐标进行位置旋转移动。

角度：可以使用任意 4 轴或 5 轴的 MDD。

旋转铣削：仅适用于旋转铣削操作。这可以解释为“旋转铣削/缠绕”。

复制：如果你定位或旋转复制刀路轨迹，可以在这里设置参数。

复制次数：数值是额外产生的刀路。输入数 3 就将显示总共 4 个刀路：1 个原始刀路和 3 个重复刀路。如果你设置一简单的加工坐标系统，不是位置刀具路径，确定输入数值是“0”或者刀具路径会被复制。如果输入数值是“1”，增加的数值设置的刀具路径将会按照这个角度产生。

增加角度：每一个额外的重复的刀具路径都将按照最后刀路设置角度。如果你简单设置一加工坐标系统，不是位置刀路，确定输入的数值是“0”或者刀路将通过角度设定，如图 6-81 所示。

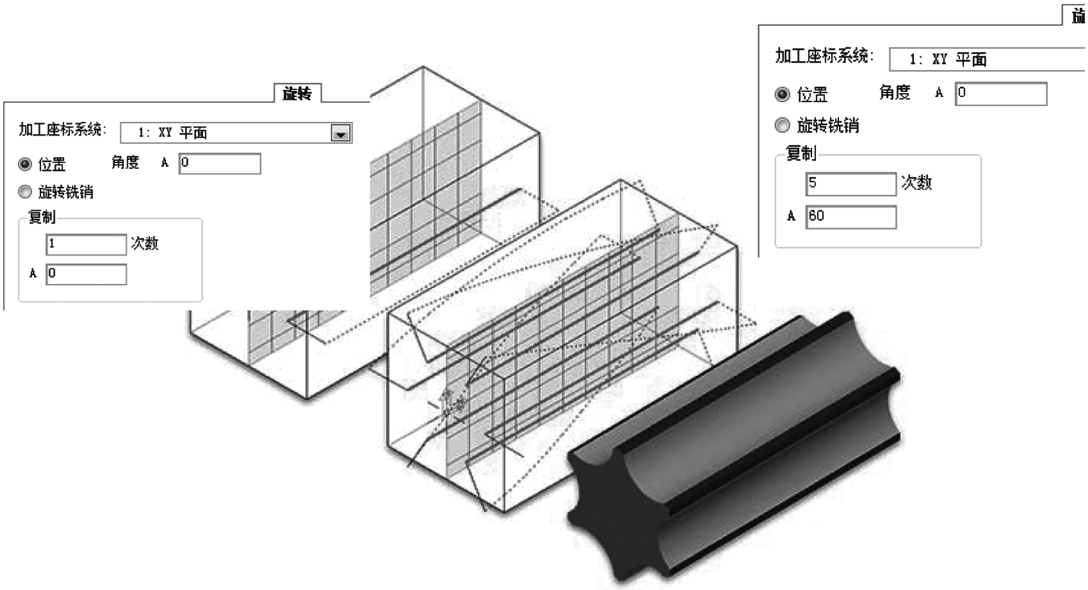


图 6-81　相同的操作使用和不使用位置参数

6.3.7　进/退刀参数表

客户自己可以在进/退刀参数表中为粗加工和轮廓加工设置进退刀。你可以定义进退刀移动方式完全一致，也可以设置完全不同的进退刀移动参数。你可以在操作表中找到比口袋加工和轮廓加工策略参数表中更复杂的进退刀设置。你可以指定一小于 90°的圆弧和指定不同 Z 的起始值将产生斜向进退刀和螺旋进退刀。另外你还可以指定半径补偿直线移动和“离开工件”直线移动。当你选中或指定进退刀是分开时，这个高级操作的参数表是粗体的。这一部分仅仅允许你选择高级操作，如图 6-82 所示。

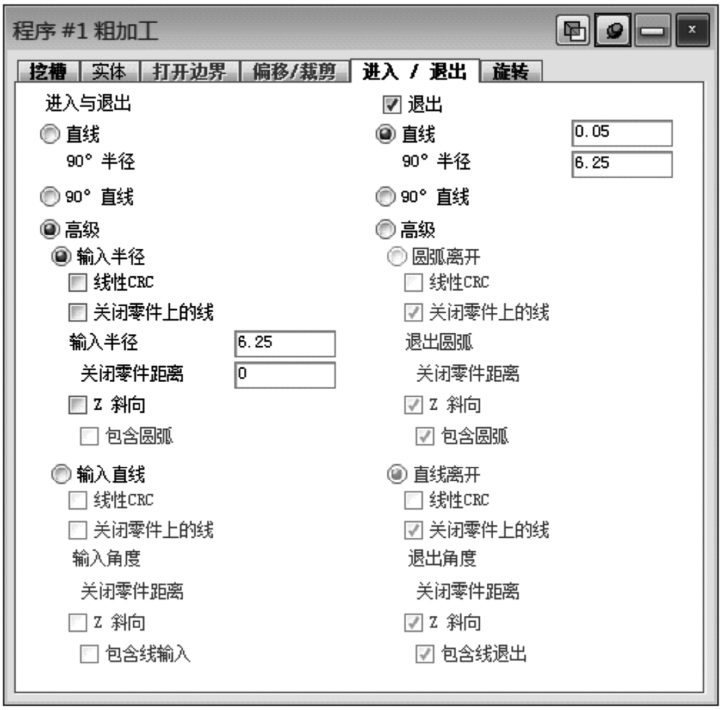


图 6-82　进/退刀参数

6.4　旋转铣削

旋转铣削部分将主要应用在铣削模块里。旋转铣削结合车/铣功能也可以在 车/铣模块里找到旋转铣削选项是一个提高铣削功能的可选项。当编制铣削程序时旋转铣削允许 A 或 B 轴连续旋转。这也是经常提及的缠绕加工。这部分描述的功能是在铣削模块安装了旋转铣削时增加的一些功能。这部分是假设读者对于先前手册介绍的铣削模块有了很深的了解的基础上介绍的。除非特别说明，默认 A－轴是主要输出轴。

当4 轴立式机床在文档控制对话框被选择时，系统将允许 A 轴旋转。当4 轴卧式机床被选择时系统就会允许 B 轴旋转。这个将在以后的详细创建机床文档章节里介绍。

6.4.1　通过 A－轴插补的旋转铣削

旋转一词用来指示一个旋转轴的连续或者同步运动。在车/铣机床，旋转轴指的是 C 轴。在铣加工编程中旋转铣削选项允许包裹通过 A 轴旋转插补的刀路轨迹。当安装了旋转铣削时，铣削程序里的旋转面板包括两个选项：位置和旋转铣削。加工操作可以指定为简单的位置移动（定位加工）或包裹成连续的 A 轴旋转移动（旋转铣削），如图 6-83 所示。

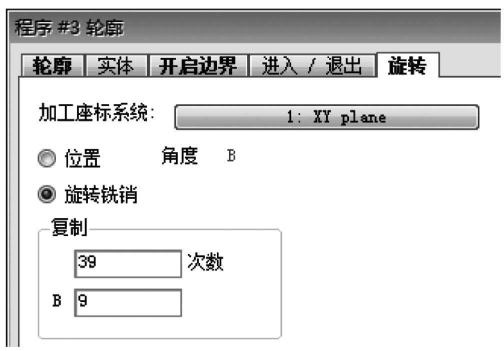


图 6-83　旋转参数

6.4.2 平坦和径向几何

几何可以被创建成平坦几何和径向几何。平坦几何的定义使 XYZ 值，径向几何的定义使用 XAR 值，这里的 R 指的是半径，A 指定的是对于 A 轴的旋转角度。当工作在 B 轴旋转时，符号 BYR 将代替 XYZ。这里 B 指定的是关于 B 轴的旋转角度，Y 是 Y－轴，R 是径向几何的半径或者直径。为了使用旋转铣削，几何倒不需要包裹处理来观看。无论选择的加工几何是平坦的还是被包裹的，如果旋转铣削被选择时，产生的刀路结果都是一样的。

为了创建和观察径向的几何两个界面的命令一定要选择。首先，在工作组信息对话框旋转铣削一定要选择。工作组信息对话框可以通过在工作组名称处右击或从工作组列表菜单右击标题栏来进入，如图 6-84 所示。

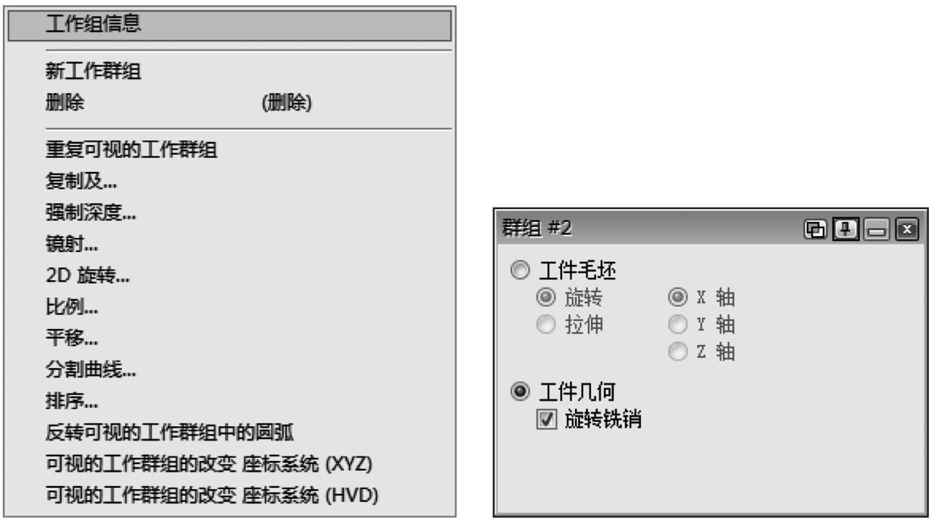


图 6-84　工作组命令列表菜单和工作组信息对话框

除了旋转铣削选项被选中，包裹几何按钮一定被按下去以便在屏幕上径向地观看几何。当这两个命令被正确地选择时，系统将进入径向几何模式。当工作在径向几何模式，需要坐标输入的几何对话框将包含一个 A 值的指定，就是旋转的角度和半径值。例如，使用坐标创建的点，对话框显示的不是 X、Y 和 Z，而是 X、A 和 R，如图 6-85 所示。

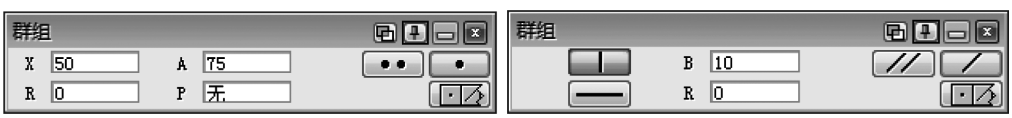


图 6-85　径向模式的几何对话框

修改菜单：当工作在径向模式某些修改功能可以增强对于径向值的输入。两个主要的功能是强制深度和平移功能。在径向模式强制深度就是强制半径。用户输入绝对半径值后，选择的几何就会变成指定的半径。平移对话框没有改变，仍然以相对值的方式修改几何。当半径值改变时，几何就会改变到那个值，而且几何的轮廓外形也将改变以维持圆弧角度保持一

致，这样就会产生同样的刀路轨迹。图 6-86 所示为显示径向模式下的对话框。

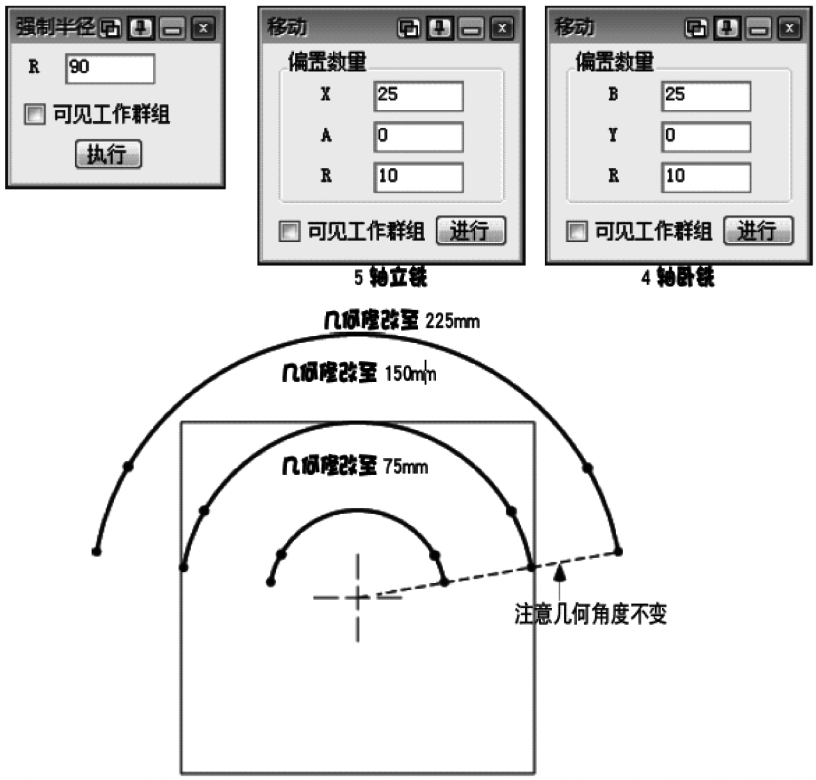


图 6-86　显示的是在径向模式几何得到的修改

图 6-87 所示是当包裹几何命令被激活时得到的不同几何和刀路轨迹。

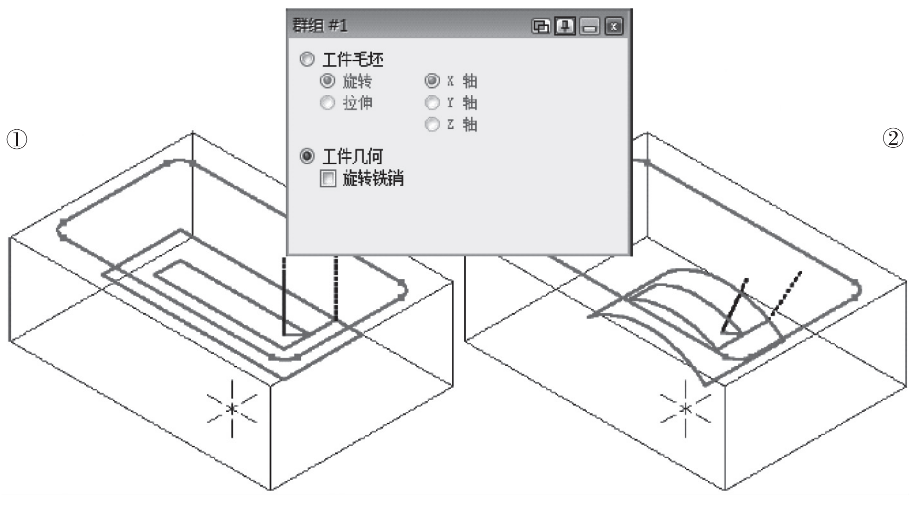


图 6-87　包裹几何命令被激活时得到的不同几何和刀路轨迹

1—在程序对话框指定定位加工　2—在程序对话框指定旋转铣削

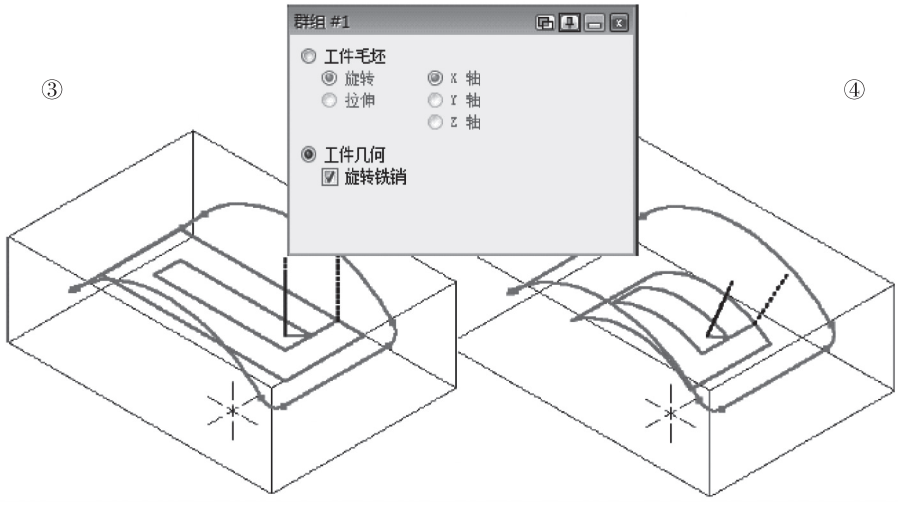


图 6-87 包裹几何命令被激活时得到的不同几何和刀路轨迹（续）
3—在程序对话框指定定位加工 4—在程序对话框指定旋转铣削

第7章 GibbsCAM铣削练习

学习 GibbsCAM 最简单有效的方法就是对一个模型进行实际编程。下面我们将以此为教程进行讲解，通过设定模型、建立刀具、加工工艺、后处理逐步完成编程过程。这个练习需要的零件文件在随书光盘配书练习/ GibbsCAM 基础篇——零件加工/第 7 章中。

7.1 基础铣削教程

7.1.1 设定模型

1）启动 GibbsCAM。

2）在顶部功能面板中单击新建文件按钮。

3）单击打开按钮

。

4）选择并导入模型，或打开 Mill Tutorial. vnc 文件。若还未建立该模型，应返回创建该模型。

5）打开零件。可以通过如下两种方式打开零件：

- 双击相应的 VNC 零件图标；
- 拖动文件图标到工作区。

6）参数设定如图 7-1 所示。

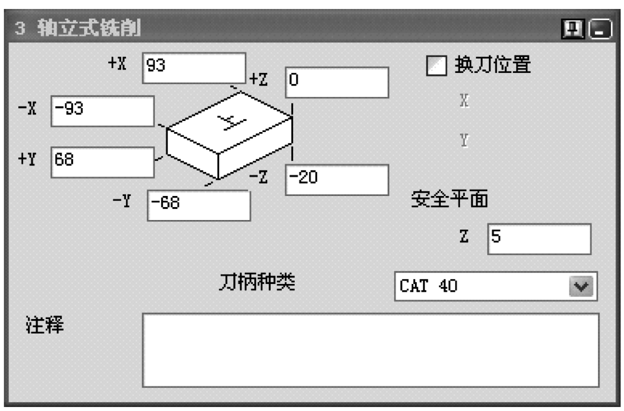


图 7-1 毛坯参数设置

毛坯尺寸只受屏幕上的几何形状影响。它不影响工件的实际加工。推荐使用接近工件尺寸的参数。

安全平面 Z 值显示了刀具要换刀时的快速移动。它也指定了刀具交换之前的快速移动的位置。另外，如果在钻孔程序对话框中选择了退刀到 Z，刀具移动到的位置包含了钻孔移动。

换刀位置使用在没有自动换刀机床

中的。同时使用在工作台必须安全移动在刀具和最高工件之间，固定的，或旋转工作台。

7）关闭该对话框。

零件已经导入至加工环境。通过俯视图或其他视角查看该零件，如图 7-2 所示。

8）打开视角控制面板。

利用该面板，用户可以对零件进行视角转换和缩放操作。通过单击不同的按钮即可实现相应的操作。

9）选择 ISO 视角，如图 7-3 所示。

该视角允许客户查看毛坯的线框状态。建模和 3X 零件生成刀路推荐用户采用俯视视角 ISO 视图，适合渲染模型。

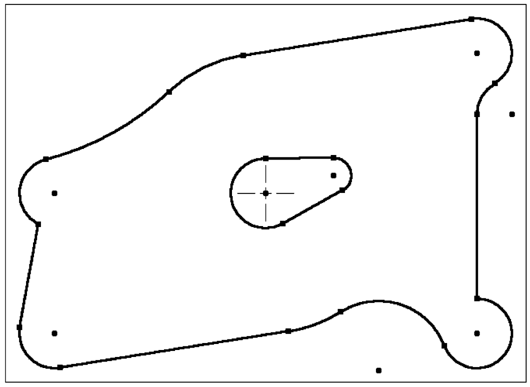


图 7-2　加工环境下零件

10）单击俯视图按钮，如图 7-4 所示。



图 7-3　ISO 视图按钮

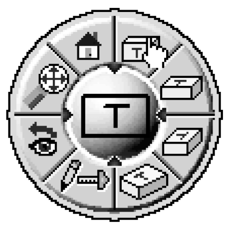


图 7-4　俯视图按钮

11）单击视角控制按钮关闭视角面板。

7.1.2　创建刀具列表

1）在主菜单中单击刀具列表按钮。

单击该按钮后，刀具列表将会出现在屏幕的左手边。

2）在刀具列表中空#1 号位置双击，如图 7-5 所示。

双击该位置后，屏幕中将会显示创建刀具对话框，如图 7-6 所示。此对话框中可以设定所有刀具。在创建工艺的过程中可以随时修改刀具信息。当然要根据更新后的刀具来调整相应的工艺参数。

3）选粗加工平底刀，设定图示的值。这是一个直径为 20mm 的高速钢平底端铣刀，用于该零件的粗加工。此时无需选择“刀柄”或“自定义”，除非你运行 Flash CPR。

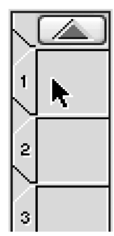


图 7-5　刀具 #1 号位置

4）在刀具列表#2 号位置双击，如图 7-7 所示。

关闭#1 刀对话框并打开#2 刀对话框。刀具列表中的第一个位置显示了刀具类型和直径。

5）选择精加工平底刀并输入图示的刀具信息，如图 7-8 所示。

这是一个直径为 12mm 的高速钢精加工端铣刀，底端圆角为 1°。该刀具用来精加工零件外形轮廓。

6）在刀具列表#3 号位置双击。

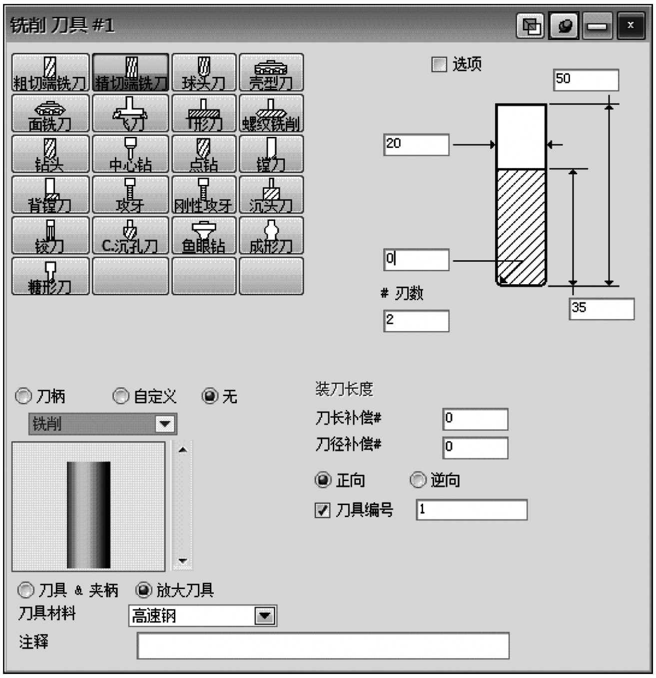


图 7-6 刀具对话框

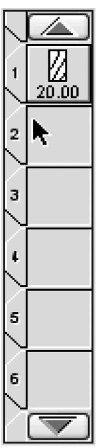


图 7-7 刀具#2 号位置

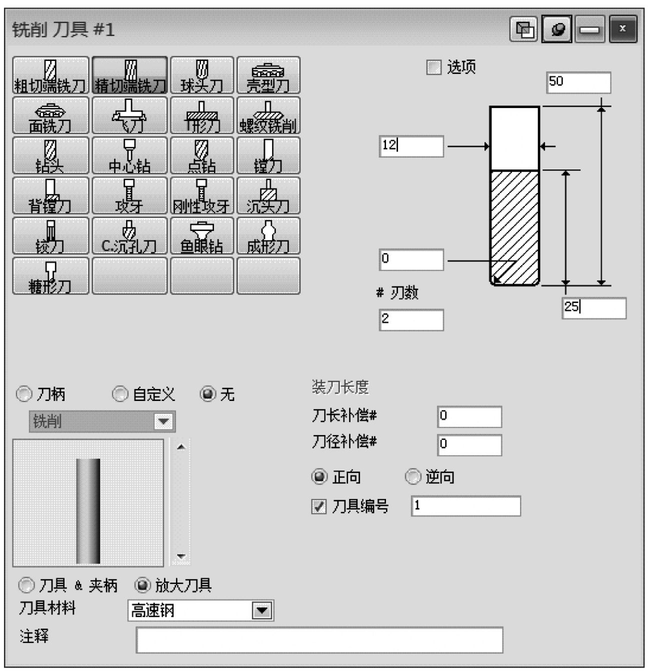


图 7-8 刀具参数设定

7）创建图 7-9 所示的点钻刀具。

8）在刀具列表#4 号位置双击。

9）创建图 7-10 所示的钻头。

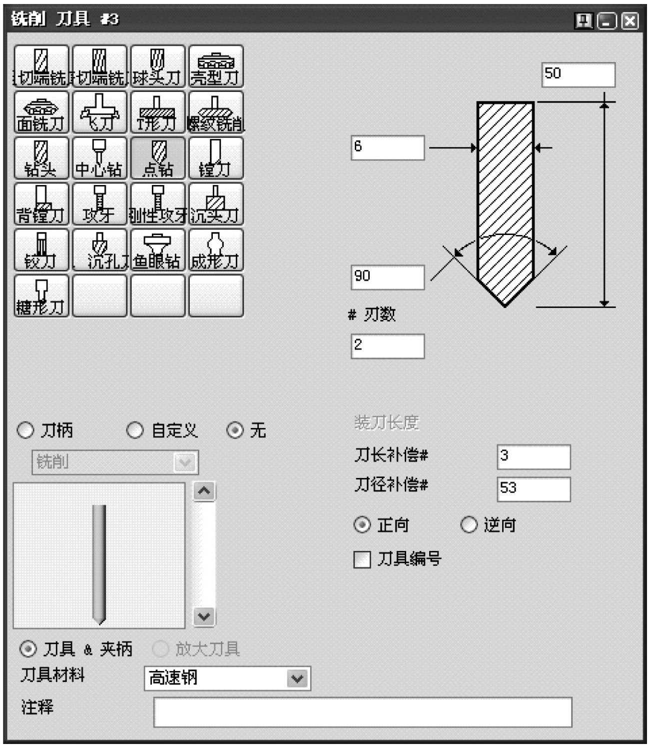


图 7-9　点钻参数设定

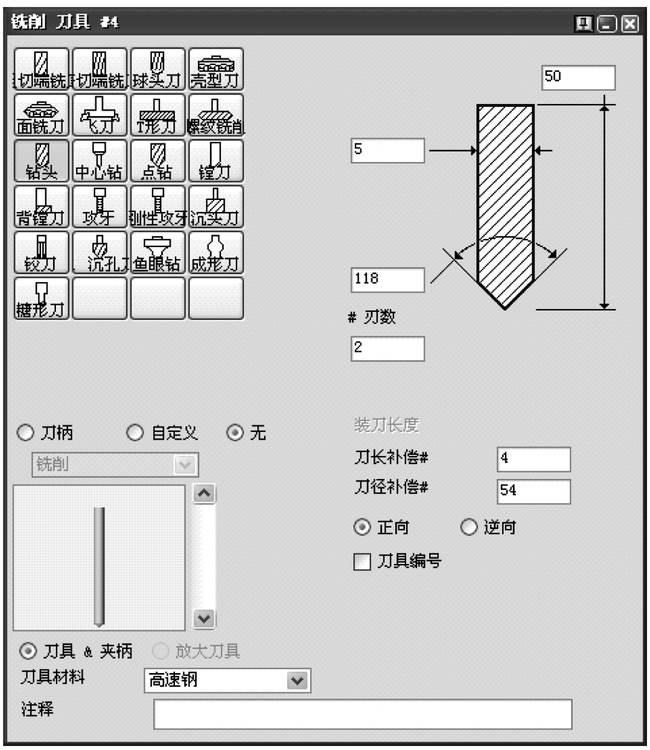


图 7-10　钻头数设定

10）创建图 7-11 所示刀具。

这是一个 TPI 为 20in 的攻牙刀具。

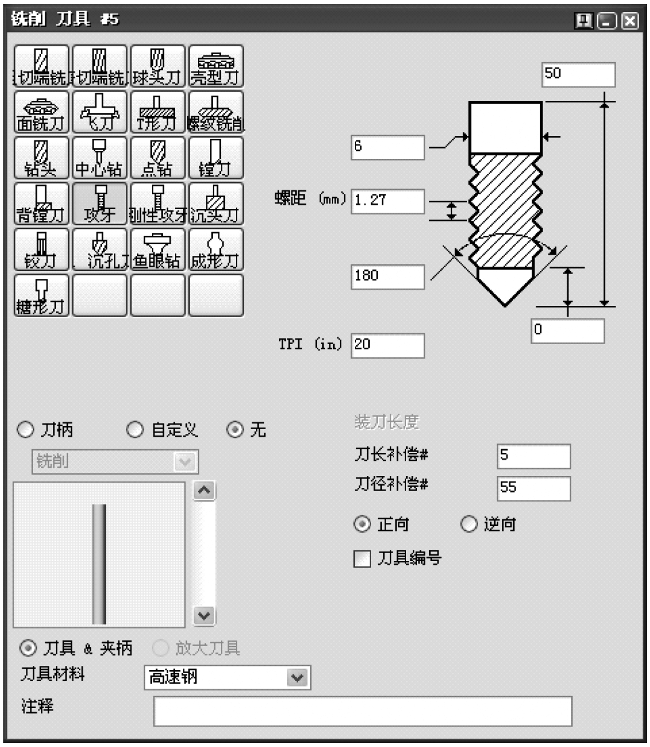


图 7-11 攻牙刀具参数设定

11）创建图 7-12 所示的钻头。

这个直径为 20mm 的钻头，用于粗加工钻一个进刀孔。

12）关闭刀具对话框。刀具表设定完毕。下面我们来尝试修改刀具表。

刀具#6 实际上是我们需要第一个使用进行进刀孔加工的刀具。刀具在列表中的位置不是最重要的，它只是包含了一些合乎逻辑的顺序而已，例如我们使用的顺序。

13）拖动#6 刀具到#1 刀具交叉点上方，如图 7-13 所示。

刀具将插入该位置。利用此方法可以方便地对刀具排序。

铣削零件时刀具的选择非常必要。下面我们浏览一下刀具列表的相关概要。

14）选择【窗口】→【刀具列表】功能，如图 7-14 所示。

这个对话框显示了所有刀具和已用刀具。你可以打印该帮助。

7.1.3 创建工艺

现在我们开始创建刀路。该刀路包含一个钻孔工艺和一个粗加工工艺。实际加工参数要根据加工工艺来设定。下面我们来学习如何创建工艺。

打开加工面板，如图 7-15 所示。

工艺列表位于刀具列表下方，操作列表位于主面板下方。加工面板显示在图形区中。

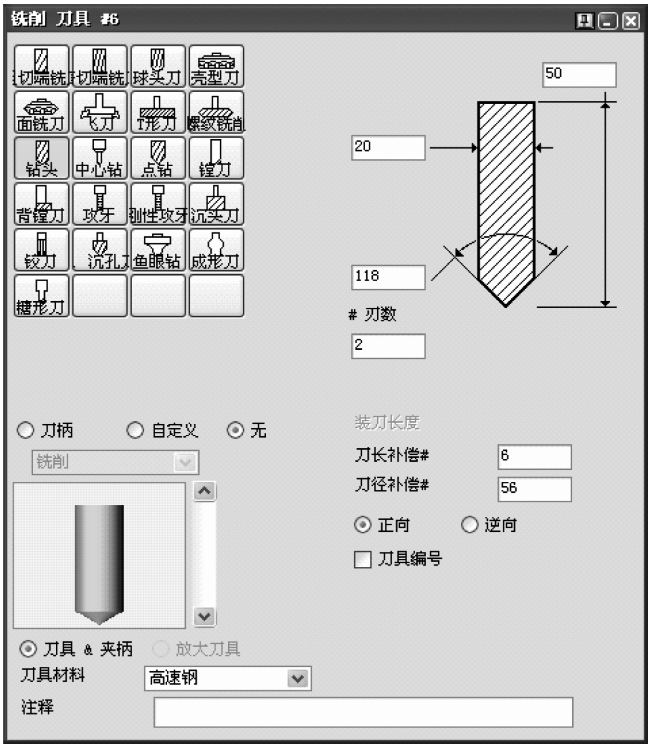


图 7-12 钻头参数设置

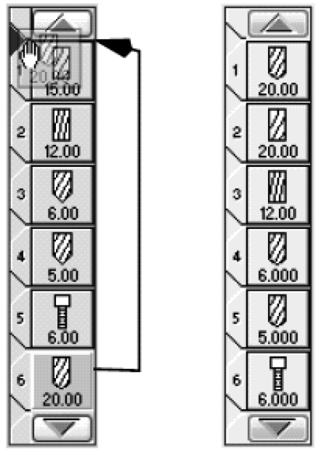
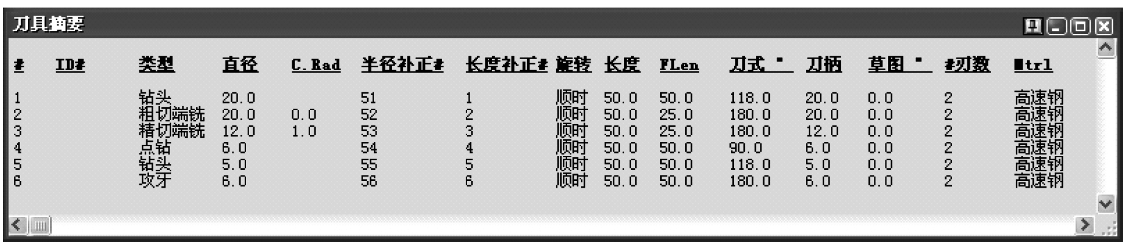


图 7-13 刀具位置交换


刀具摘要

#	ID#	类型	直径	C.Rad	半径补正#	长度补正#	旋转	长度	FLen	刀式	刀柄	草图	#刃数	Mtrl
1		钻头	20.0		51	1	顺时	50.0	50.0	118.0	20.0	0.0	2	高速钢
2		粗切端铣	20.0	0.0	52	2	顺时	50.0	25.0	180.0	20.0	0.0	2	高速钢
3		精切端铣	12.0	1.0	53	3	顺时	50.0	25.0	180.0	12.0	0.0	2	高速钢
4		点钻	6.0		54	4	顺时	50.0	50.0	90.0	6.0	0.0	2	高速钢
5		钻头	5.0		55	5	顺时	50.0	50.0	118.0	5.0	0.0	2	高速钢
6		攻牙	6.0		56	6	顺时	50.0	50.0	180.0	6.0	0.0	2	高速钢

图 7-14 刀具摘要

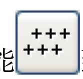
加工面板包括功能条。可选功能包括钻孔、轮廓铣削、粗加工和螺纹铣削等。

通过拖动刀具列表和加工功能列表到工艺列表中来创建一个工艺。

铣削任何零件必须创建工艺，创建一个工艺，刀具和加工策略（钻孔、轮廓铣削、型腔铣削、螺纹铣削）是必需的。在这个教程里，我们将逐步学习工艺的创建过程。

7.1.4 钻孔、粗加工和轮廓铣削

首先我们将创建一组工艺在轮廓内进行粗加工和精加工。

1）拖动钻孔功能到工艺表#1 位置，如图 7-16 所示。

2）拖动#1 刀到图 7-17 所示工艺表中的孔功能位置。

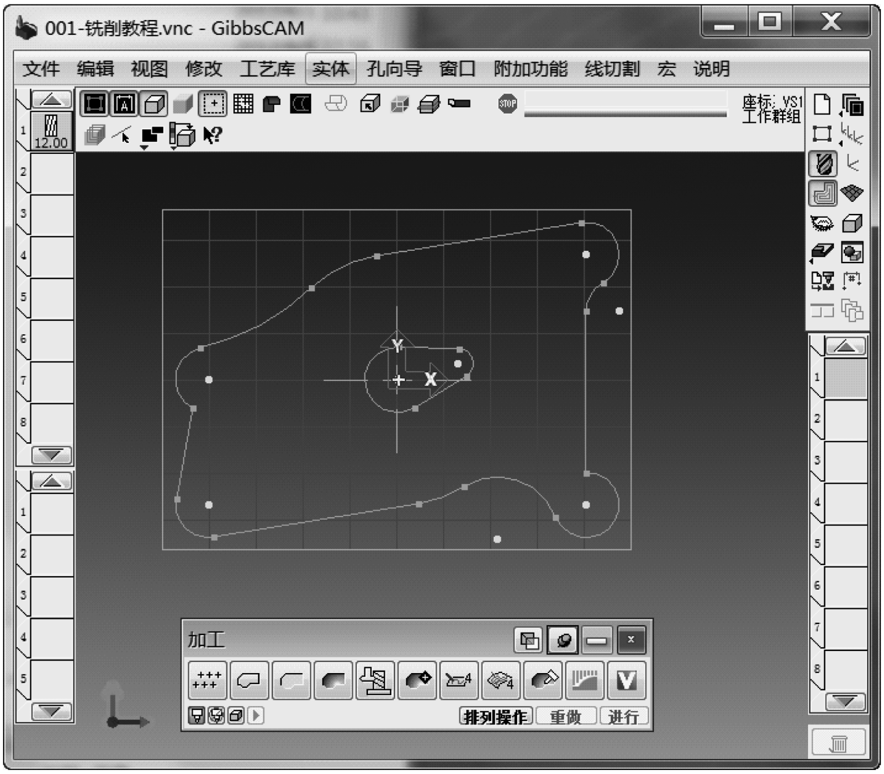


图 7-15　加工面板

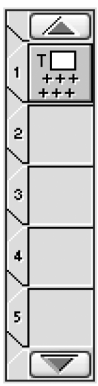


图 7-16　钻孔功能拖动后效果

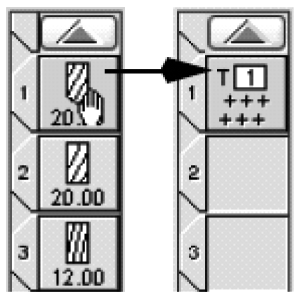


图 7-17　刀具拖动后效果

在#1 位置拖动刀具时，刀具号此时为 1，将显示在钻孔工艺中的小方块中。而且，当刀具应用后，钻孔工艺对话框将显示出来。

3）创建图 7-18 所示的钻孔工艺。

4）选择再加工并设定图 7-19 所示的参数，设定后续孔的进刀位置。

5）关闭工艺对话框。

6）拖动粗加工功能到工艺列表中的#2 号位置。

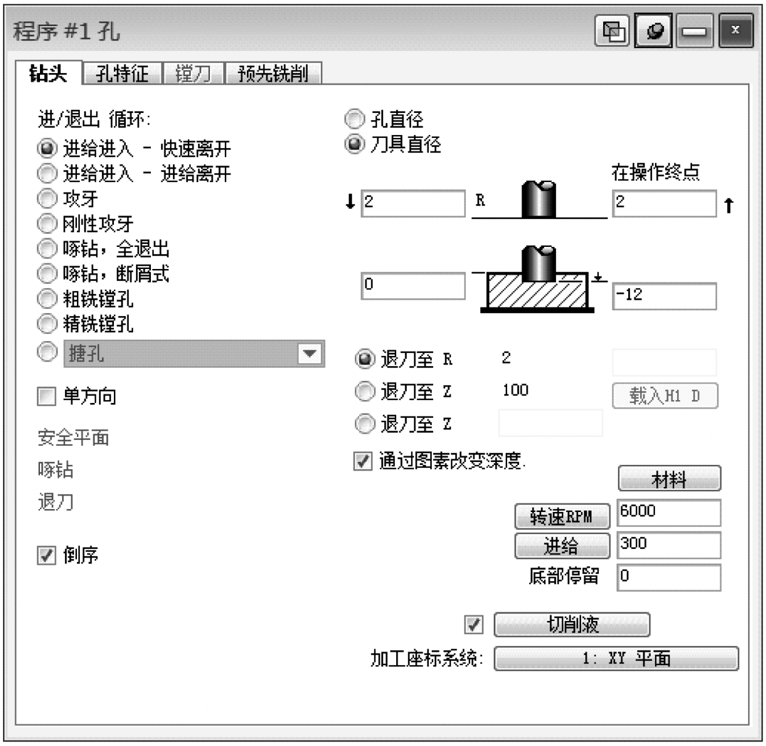


图 7-18　钻孔工艺

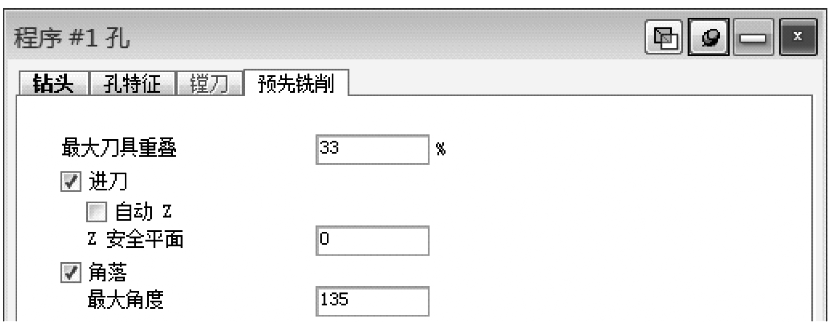


图 7-19　后续孔进刀位置

7）选择#2 号刀具并拖动到工艺列表的#2 号位置。在#2 位置粗加工处放下图标，如图 7-20 所示。

8）创建图 7-21 所示的粗加工程序。

这是一个标准的粗加工工艺。刀具分两刀，每刀 6mm，加工到 –12mm 的位置。设置进刀退刀值为 0，刀具将经过缓降后开始加工。该粗加工程序残留壁厚并且拐角未优化。实际上，该工艺侧壁残留 0.5mm 余量在下一工艺中清除。

刀具切入方式的选择决定了刀具将如何开始切削材料。当选择自动插入时，系统将计算优化的刀具切入点并进行加工。型腔岛屿侧壁可以设定不同的毛坯残留量。这个值将是加工完成后材料的剩余情况。此处我们设定统一的毛坯余量。

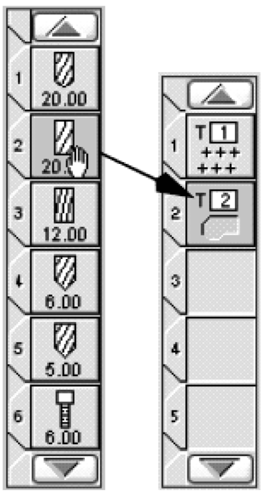


图 7-20　刀具拖拽位置

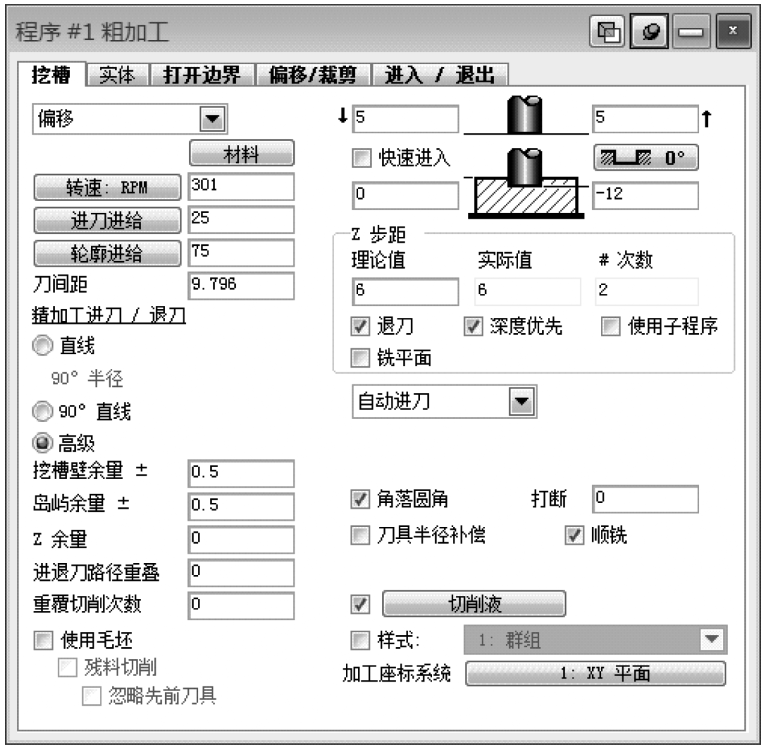
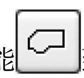


图 7-21　新加工程序参数

开放边突出显示，表明此处有针对开放边的额外参数设定。此处无开放边，我们可以忽略该设定。

9）关闭粗加工工艺对话框。

10）拖动轮廓加工功能到工艺列表中的#3 号位置。

11）选择#3 号刀具并拖动到工艺列表的#3 号位置，如图 7-22 所示。

12）创建图 7-23 所示的轮廓加工工艺。

该操作将铣到 Z－12 并且只铣一刀。因为该操作是精加工轮廓，我们还需设定进刀和退刀延伸和圆角。圆角将相切于刀路。

13）关闭轮廓加工对话框。

该工艺将对外形进行完整的粗加工和精加工。工艺顺序将基于已有的工艺列表。任何时候创建了一个粗加工程序，工艺表中其他的加工程序将参考此粗加工结果。钻孔程序将为型腔铣钻进刀孔。轮廓铣程序将自动精加工型腔。组合的程序也叫做“多工艺操作”。多工艺操作将使编程更加灵活和容易。

14）在外形空白处任意位置单击，以取消选择任何几何。

15）按住 Ctrl 键单击如图 7-24 所示加工几何轮廓，可以对特征进行多选。一旦选择好型腔几何，在加工面板中操作按钮将被激活。单击进行按钮**进行**应用所有的工艺到当前几何体。

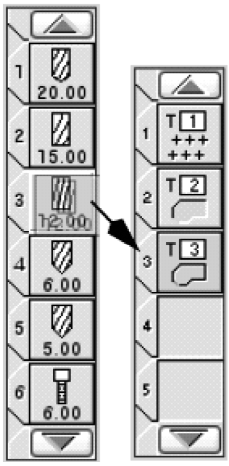


图 7-22　刀具拖拽位置

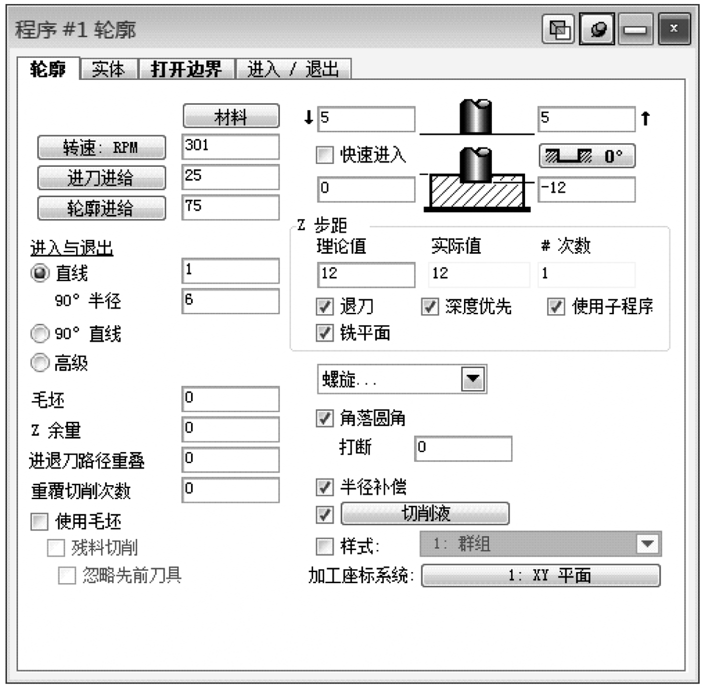


图 7-23　轮廓加工工艺

创建了 5 个操作程序。第一个程序是加工进刀孔。系统将基于选择的型腔几何测量进刀孔的位置。第二个程序是型腔粗加工。因为粗加工的盘铣刀无法穿过角落而退回生成两个操作，我们需要为能适合通过这个区域的#2 刀具选好直径。最后两个操作是轮廓加工，一个在壁面，一个在岛屿，如图 7-25 所示。

16）打开#2 刀具对话框并编辑如图 7-26 所示参数。

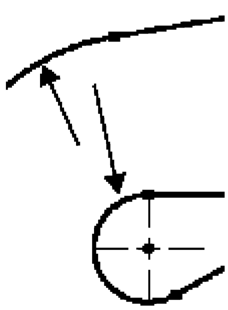


图 7-24　加工几何轮廓

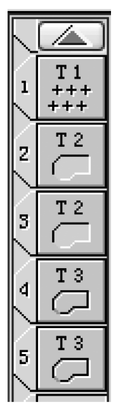


图 7-25　创建了 5 个操作程序

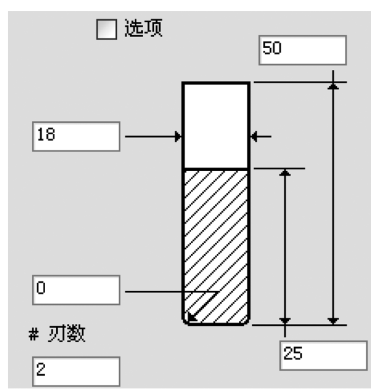


图 7-26　刀具参数

17）关闭#2 刀具对话框。

注意，在加工面板中“操作”按钮切换为“重做”按钮。如果工艺表中有任何信息改变，单击“进行”按钮将创建一个新的工艺。如单击“重做”按钮后旧工艺仍然高亮，那

些工艺表中的工艺将被删除并且被新工艺替代。

18）若有必要，重新选择型腔几何并单击“重做”按钮。

利用新的刀具将重新生成程序。我们已经创建了4个程序了。查看屏幕中的刀路。桔黄色的线——包括虚线和实线——表示加工刀路。桔黄色的虚线是快速连刀，黄色实线表示进给刀路。灰色的线表示内部抬刀和进退刀，如图7-27所示。

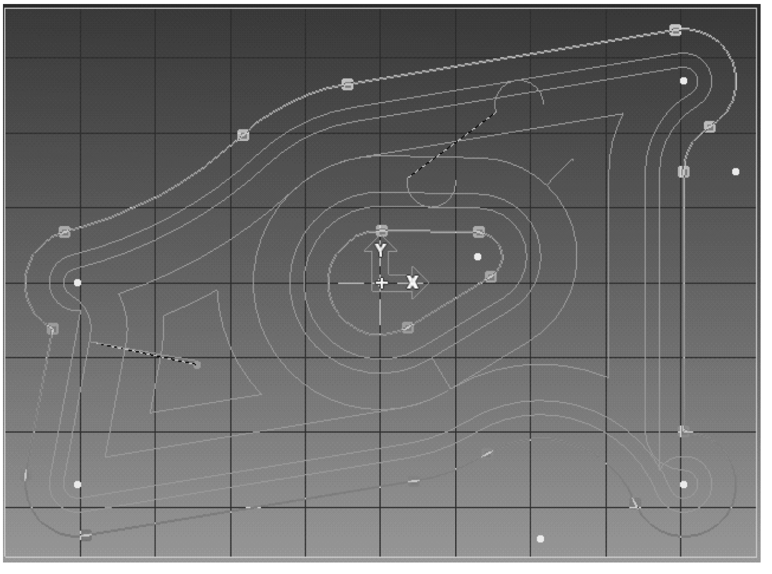


图7-27　新创建的刀具路径

我们来仿真一下已经生成的刀路：

1）单击视角按钮（F5）。

2）选择ISO视图（Ctrl+I），如图7-28所示。

3）右键单击切削模拟按钮，并选择“快速切削仿真”选项。

4）单击切削模拟按钮（F6），如图7-29所示。

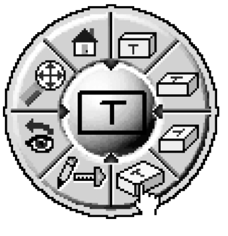


图7-28　ISO视图

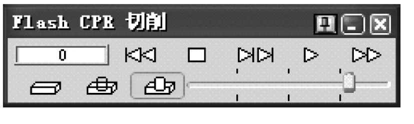


图7-29　CPR模拟面板

此模式下零件将以3D实体模型状态显示。切削模式面板将显示在屏幕上。利用该面板可以控制显示模式。

5）单击播放按钮，程序创建后零件将自动被渲染，如图7-30所示。毛坯以蓝色显示。高亮的程序将显示为黄色，其他的程序将显示为灰色。抬刀将显示为红色。

6）再次单击切削模拟按钮退出。

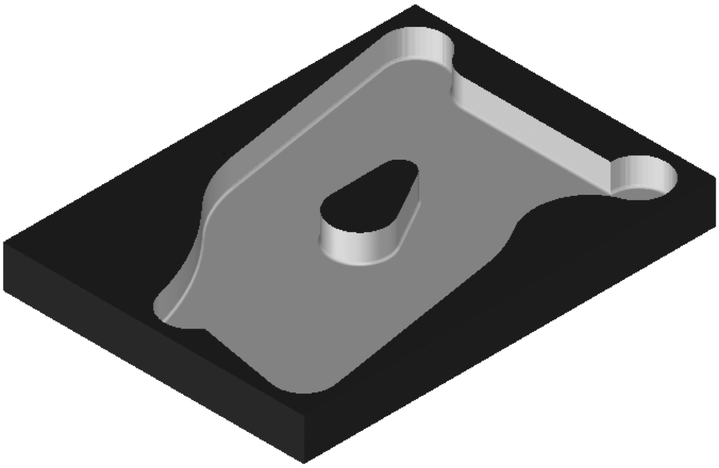


图 7-30　加工渲染后结果

7）在程序相交点处单击取消选择当前高亮的刀路。

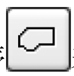
取消选择当前刀路后，刀路将不可被编辑，除非重新选择该刀路。

8）切换到 ISO 视图。

9）取消对几何体的选择。

下面我们将精加工零件的外轮廓。在工艺表中生成程序后，移除所有的工艺表，开始生成新的程序。当然，我们也可以修改现有的程序，不必重新创建程序。

1）拖动#1 位置的孔加工程序到回收站，如图 7-31 所示。

2）拖动轮廓铣程序来替换粗加工程序，如图 7-32 所示。

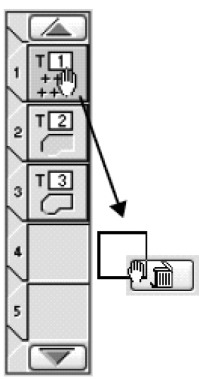


图 7-31　拖拽加工程序到回收站

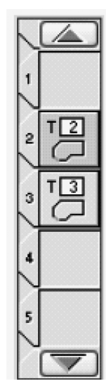


图 7-32　拖动轮廓铣程序

这将把现有的粗加工程序切换为轮廓铣程序。轮廓铣程序中将再次使用#2 刀，无需换刀。此时将显示轮廓铣工艺对话框。

3）设定如图 7-33 所示参数。

在外壁面遗留了 4. 5mm 的余量。每刀 6mm 深，铣两层。



图 7-33　轮廓加工参数设置

4）在#3 位置打开轮廓铣对话框并设定毛坯余量为 3. 5mm。这将切除掉 1mm 余量，留下 3. 5mm 壁厚。

5）关闭轮廓铣对话框。

指定起始点和终止点、铣削方向。三个圆可以用来指定铣削的位置。

6）单击并选择铣削外部。被铣削的位置如图 7-34 所示。

7）选择外圆，如图 7-35 所示。

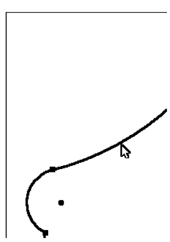


图 7-34　被加工位置



图 7-35　选择外圆

8）单击箭头方向来生成顺时针刀路，如图 7-36 所示。

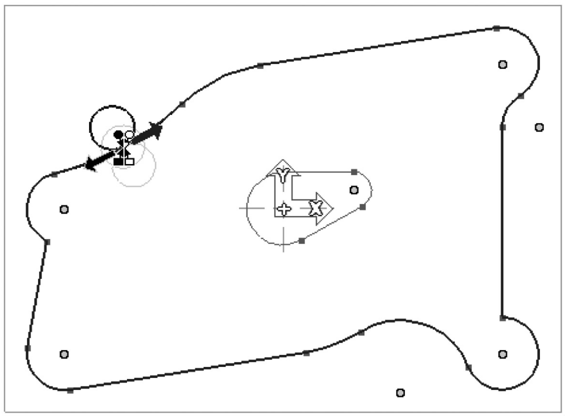
9）拖动起始点（白色点）和终止点（黑色点）到图示位置。

这个位置取决于加工标记处创建的圆弧。当开始点的标记被拖拽至工件外时，它将自动吸附在最近的延伸处。结束点的标记与开始点的操作是相同的。

这种情况下，开始特征和结束特征是相同的。同样，当我们选择轮廓几何时，我们应该在刀具移动的位置上单击。因为加工标记出现在这个点，不需要我们移动开始和结束特征标记，如图 7-37 所示。



a）路径方向



b）选取被加工的对象

图 7-36　特征选取

10）单击进行按钮进行，刀路被绘制成桔黄色。灰色的虚线表示的是刀路程序逼近或退回。这种情况下，它们都是快速移动，如图 7-38 所示。

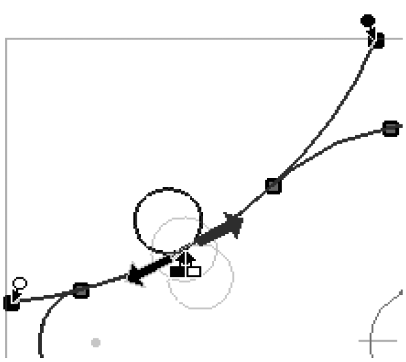


图 7-37　选取起始特征

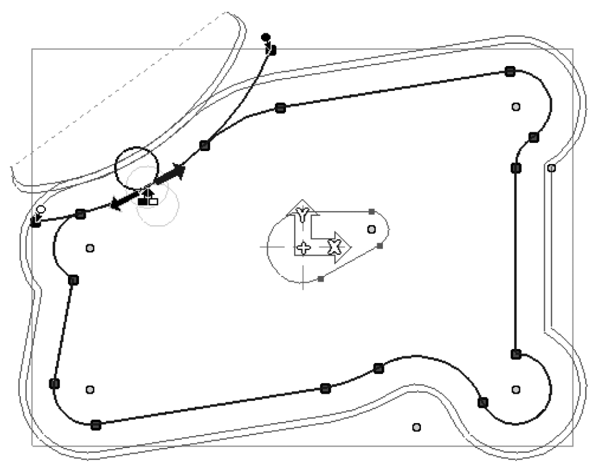


图 7-38　刀具路径

11）选择 ISO 视角（Ctrl + I）。

视角改变后渲染结果将重新更新。在渲染零件之前设定好视角和比例。

12）打开 CPR 面板（F6）。

13）单击运行按钮，应该得到如图 7-39 所示的结果。

14）取消选择高亮操作。

15）拖动#2 和#3 轮廓工艺到回收站。

还有两处毛坯残留需要加工。粗加工操作的几何还没有建立。你可以给工件在任何时候加载几何。我们将把粗加工几何放在一个新的群组中。群组可以为我们创建复杂零件加工时提供分层操作。

16）关闭 CPR 面板。

17）选择俯视图，如图 7-40 所示。

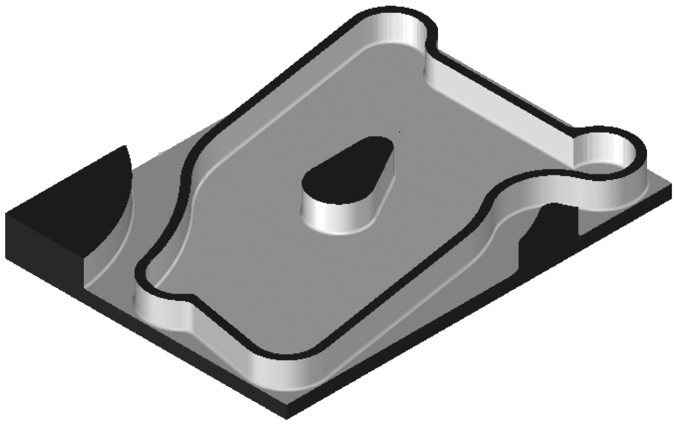


图 7-39　加工模拟后结果

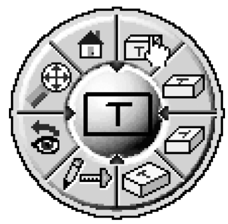


图 7-40　俯视图

18）再次单击视图按钮来关闭视图控制面板（F5）。

7.1.5　手绘加工

轮廓加工遗留了很多毛坯在外壁面上。我们需要去除这些余料。

1）打开几何面板（F2）。

2）单击工作组选择按钮，如图 7-41 所示。



图 7-41　群组面板

快捷菜单可以在前后工作组之间进行方便的切换。你也可以单击图示按钮来打开工作组对话框，从而不必要通过快捷菜单。

工作组#1 旁边睁开的眼睛表明我们正在对该工作组进行操作。

3）单击“新工作群组”创建新的工作组。这第二个工作组就是当前工作组，同样眼睛是睁开的。同时，图形区显示了一个空的毛坯环境，如图 7-42 所示。

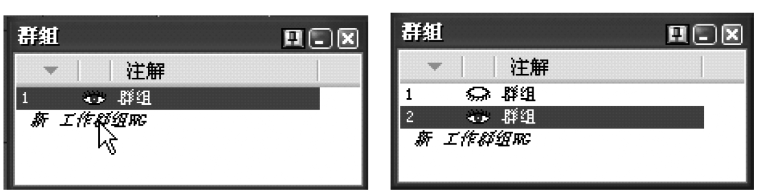


图 7-42　创建工作群组

你也可以对工作组进行命名来更方便地进行管理和使用。

4）在注释框中输入“粗加工操作”，如图 7-43 所示。

5）关闭#2 工作组对话框。

当前高亮的工作组就是当前工作组。其他群组可以通过背景群组来观察。背景群组不是高亮的。

6）双击 1：工作组旁的显示灯，如图 7-44 所示。



图 7-43　更改工作群组名称

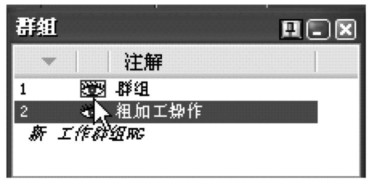


图 7-44　关闭工作群组

两只显示灯都是开着的。群组“2：粗加工操作”突出显示的是当前群组。

显示灯下一个 1：显示的群组是可以看得见的群组，如图 7-45 所示。

7）关闭群组对话框。

这部分几何在屏幕上呈灰色显示，并且不能被选择或切换群组。

现在，我们将创建粗加工几何。如果粗加工操作不需要几何，我们将使用鼠标创建点和直线。当这个程序精度要求不是很高的情况下，这种方法可以帮助我们快速创建连续的连接线。

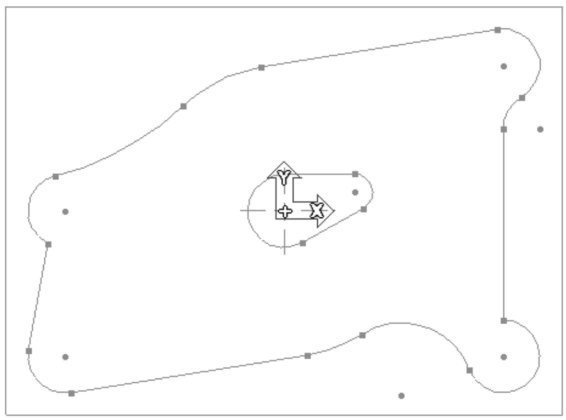
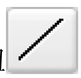


图 7-45　显示工作群组下内容

8）单击线按钮。

9）单击鼠标按钮，一个对话框会出现。X 和 Y 的数值不需要输入，都是通过鼠标控制的，这些数值自动更改。Z 可以指定深度值。栅格数值通过鼠标指定。

10）输入如图 7-46 所示显示的 Z 值和栅格数值。

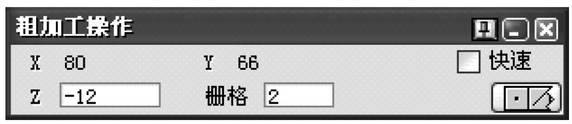


图 7-46　输入相应参数

当使用鼠标直线方法作直线时，你可以选择一刀具的直径并创建外形。

11）选择刀具#2。

12）单击下面显示的 1、2 和 3，如图 7-47 所示。

用鼠标单击任何地方都可以生成点，两点可创建一条直线。使用这种方法创建的几何能充分连接；轮廓的终点是连接线的终止点。你必须确定我们粗加工刀具覆盖区域的毛坯。

因为仅仅创建一条轮廓来去除毛坯，我们将需要快速移动刀具跃过工件。根据这种情况，我们需要改变这个几何对话框中的 Z 值。

13）改变 Z 值并打开快速移动图示框，如图 7-48 所示。

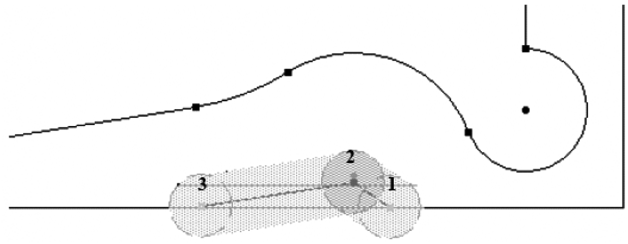


图 7-47　单击相应位置

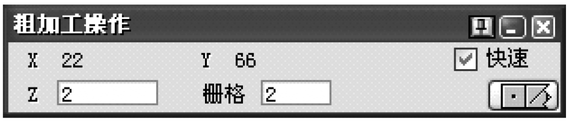


图 7-48　输入相应参数

这个几何对话框是唯一允许你创建快速移动的几何对话框，这对沿着工件移动和避免刀具碰撞尤其有用。

14）单击最后一个点来创建程序，这将创建一个快速移动到毛坯上和准备快速跃过工件的直线，如图 7-49 所示。

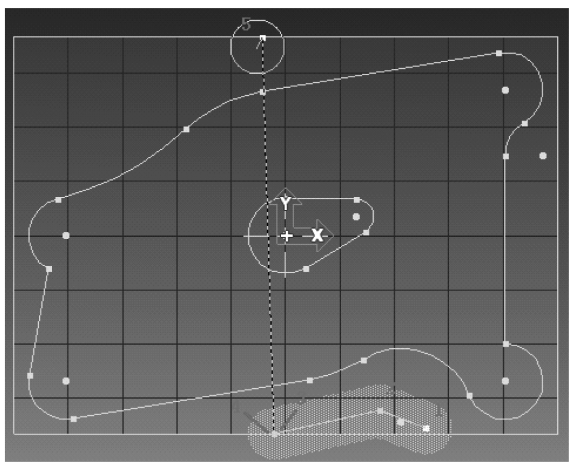


图 7-49　产生轨迹

15）单击点#5，创建蓝色虚线，代表快速运动和连接直线，刀具直线不需要画。如果工件在旋转台上，这需要明确快速移动点#4。

16）改变 Z 并关闭快速设置，如图 7-50 所示。



图 7-50　输入相应参数

17）重新单击点#5（进给返回工件）并创建一个往复式的清角程序，如图 7-51 所示。

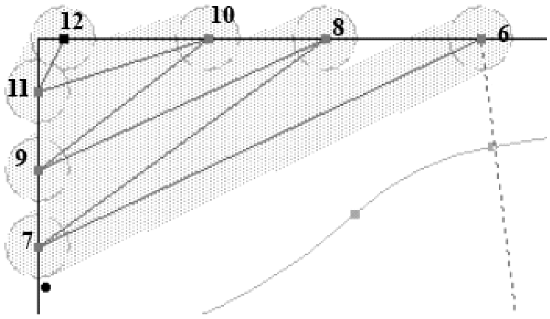
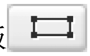


图 7-51　绘制完成局部路径

18）单击返回几何创建面板按钮。

19）关闭几何创建面板。

20）重画（Ctrl + R）。

确认这条直线是当前的 Z 深度，并且快速穿过工件的直线是正确的，我们将切换到一个允许看到所画的深度直径的视角。

21）切换到 ISO 视角（Ctrl + I）。

许多共同的问题就在于快速直线中的点。如果在改变几何对话框前不重新选择点，快速移动直线将不会在工件上移动，而是沿当前点倾斜向上。在这种情况下，必须用鼠标选择需要的点并单击“确定”，如图 7-52 所示。

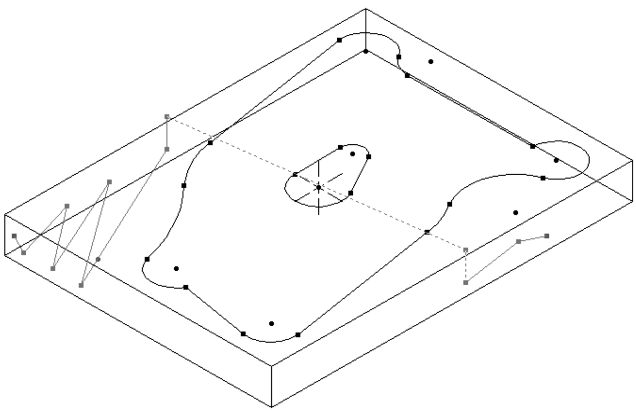


图 7-52　绘制完成刀具路径

22）返回到俯视图（Ctrl + E）。

23）利用#2 刀创建轮廓铣程序，如图 7-53 所示。

24）单击如图 7-54 所示的零件几何。

加工标记将显示在几何体上。

25）设定加工标记，如图 7-55 所示。



图 7-53　轮廓参数设定

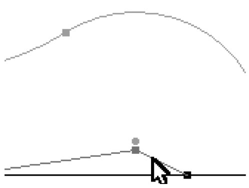


图 7-54　选取零件几何

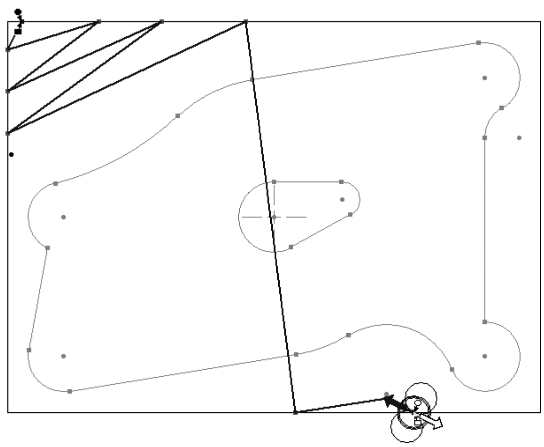


图 7-55　选取加工标记

起始点和终止点设定见图示位置。

在本例中加工标记自动附着在当前的位置。如果这是封闭的形状，就不存在这种情况。

26）切换到 ISO 视角（Ctrl + I）。

27）渲染该程序。

28）加工后的模拟结构如图 7-56 所示。

29）退出渲染。

30）取消选择所有高亮程序。

31）清空工艺列表。

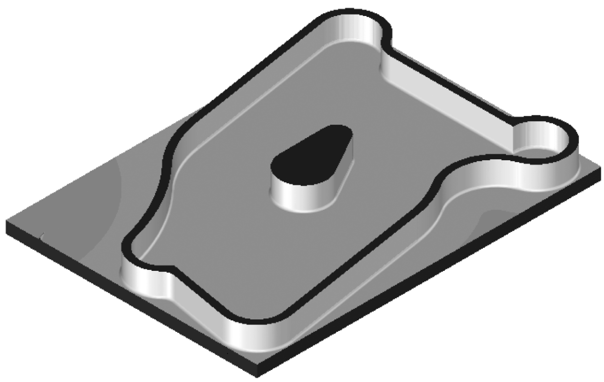


图 7-56　加工后模拟结构

7.1.6　攻牙

最后我们来钻四个孔。切换到第一个工作组来选择钻孔位置。

1）在工作组快捷菜单中选择第一个工作组 。

2）返回到俯视图（Ctrl + E）。

3）使用#4 刀创建孔程序。

该程序将为该成形孔倒一个斜角。钻削深度为钻头满直径 Z－12，如图 7-57 所示。

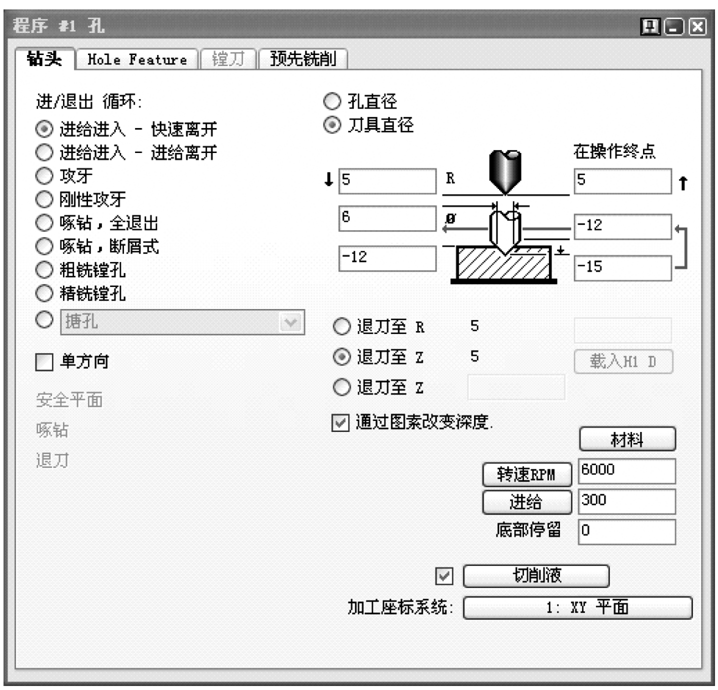


图 7-57　钻头加工参数设置

4）使用#5 刀来创建第二个钻孔程序。

钻削深度为钻头满直径 Z－21，如图 7-58 所示。

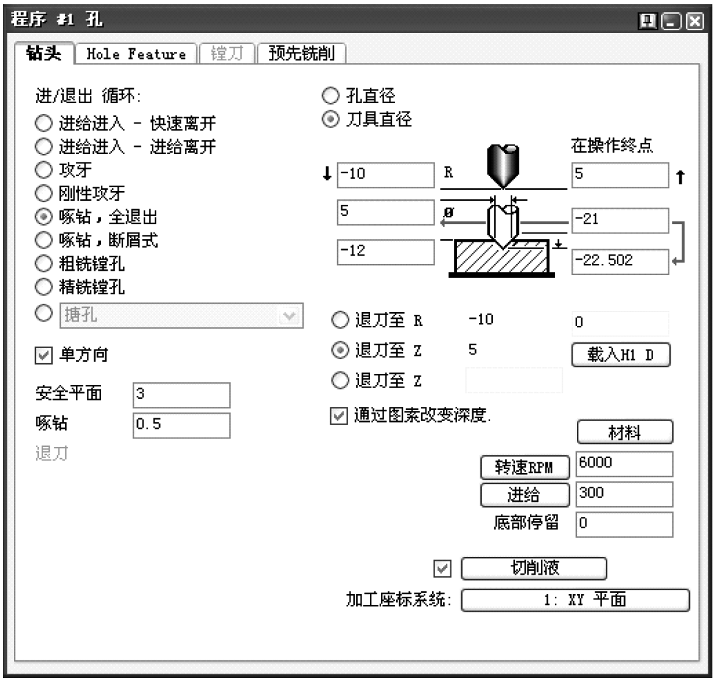


图 7-58 钻头加工参数设置

5）使用#6 刀创建第三个钻孔程序，如图 7-59 所示。

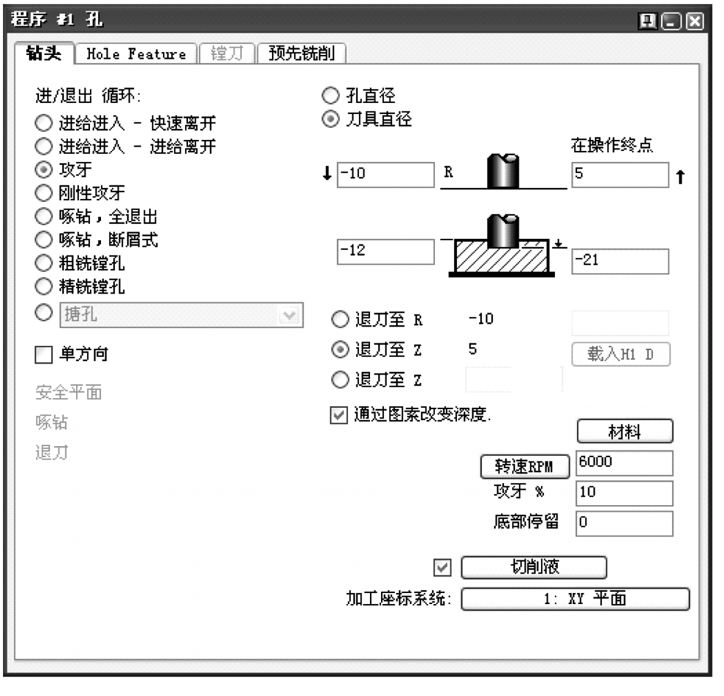


图 7-59 钻头参数设置

6）按住 Ctrl 键并单击图示的四个点，如图 7-60 所示。

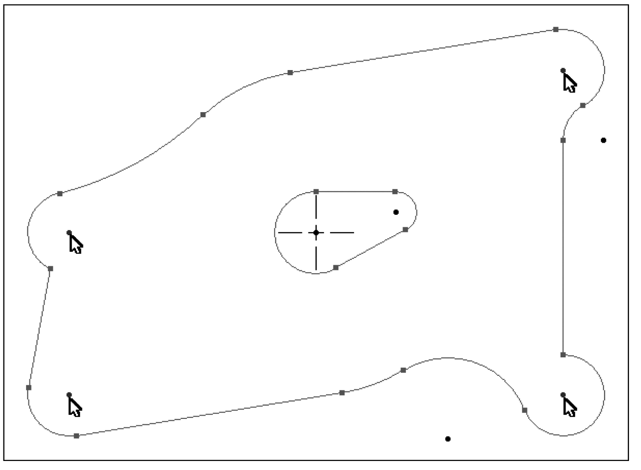


图 7-60　选取被加工点位

7）创建刀路，生成三个钻孔程序并放置到工艺表中，钻头将依照孔选择的顺序依次钻孔，结果应如图 7-61 所示。

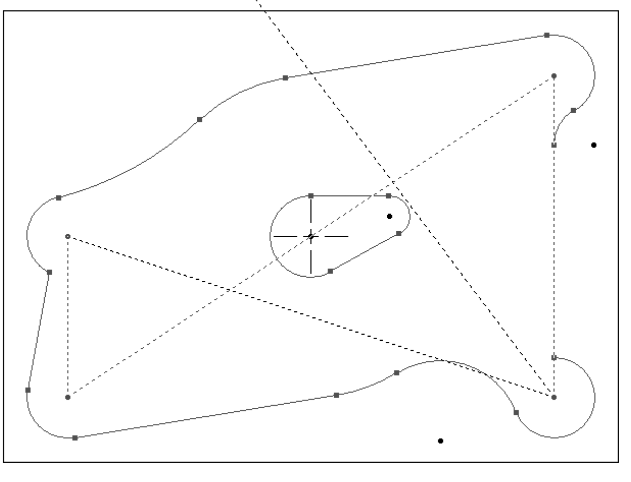


图 7-61　产生孔加工路径

8）切换到 ISO 视角。

9）渲染该刀路。

7.1.7　凸台锥面

现在我们将在凸台上创建锥面。凸台几何必须按照当前 Z 深度建立恰当的几何。系统将从 Z 水平面开始计算锥度。

1）双击凸台几何将其选中，如图 7-62 所示。

2）选择【修改】→【平移】。

3）输入图 7-63 所示数据。

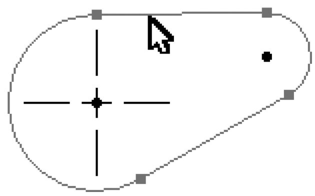


图 7-62　选择凸台特征

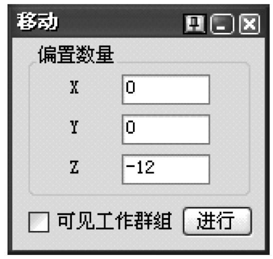


图 7-63　输入相应参数

4）单击“进行”按钮并关闭传递对话框，这将使选择的凸台底部下降 Z 到 –12。

5）切换到左视图。

现在几何体位于不同的深度值，如图 7-64 所示。

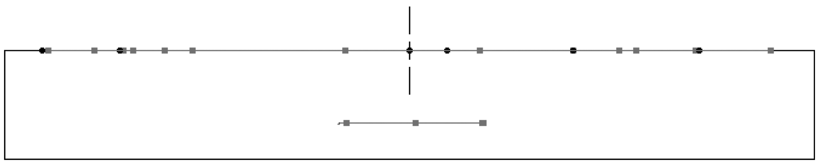


图 7-64　几何体上不同深度

6）切换到俯视图。

7）利用#3 进行轮廓铣削，如图 7-65 所示。



图 7-65　轮廓切削对话框

8）单击侧壁轮廓按钮 0°，弹出侧壁选择对话框，可设定拔模斜度和深度。

9）设置拔模斜度并设定如图 7-66 所示参数。

10）关闭侧壁选择对话框。

11）选择几何体，如图 7-67 所示。

加工标记将会出现在你所选择的形状上，如图 7-68 所示。

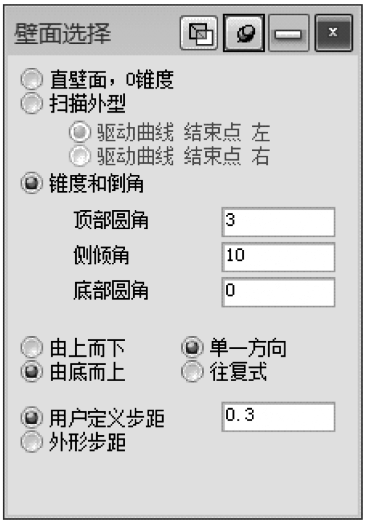


图 7-66 设定拔模斜度参数

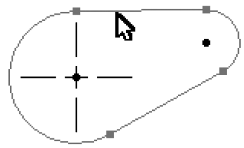


图 7-67 选择轮廓

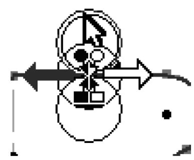


图 7-68 加工标记

12）选择外圆。

13）选择向右箭头，起始点和终止点无需移动。

14）单击“进行”按钮，一个新的刀路程序将产生锥度面，如图 7-69 所示。

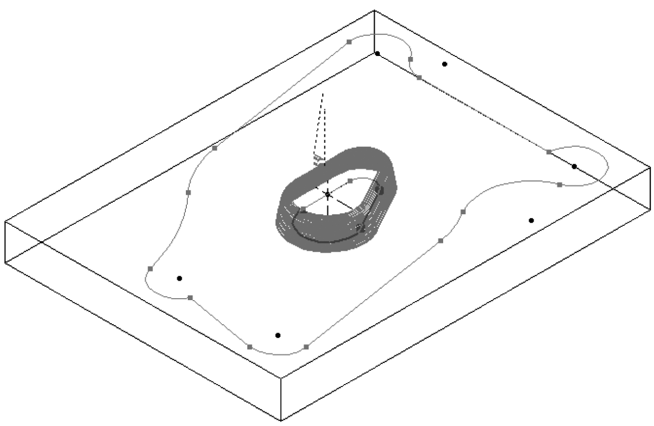


图 7-69 产生刀具路径

7.1.8 组织操作

现在所有的程序都创建了。下面来组织好程序以达到最高的加工效率。这将使用分类选

择按钮。

1）在操作列表中单击右键选择“排列操作”选项。

分类将按照刀具号和创建的顺序进行。在相同的程序列表中创建的程序将不会随着刀具号的变化而被移动。例如，第一个程序列表创建了四个操作。钻孔操作首先在程序中创建它将不会被移动到粗加工或轮廓加工程序的后面，即使钻孔刀具号比其他所有程序刀具号都要大，如图7-70所示。

2）渲染该操作，如图7-71所示。

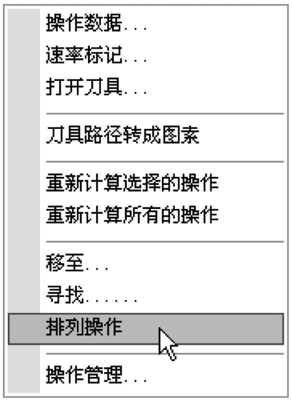


图7-70　排列操作

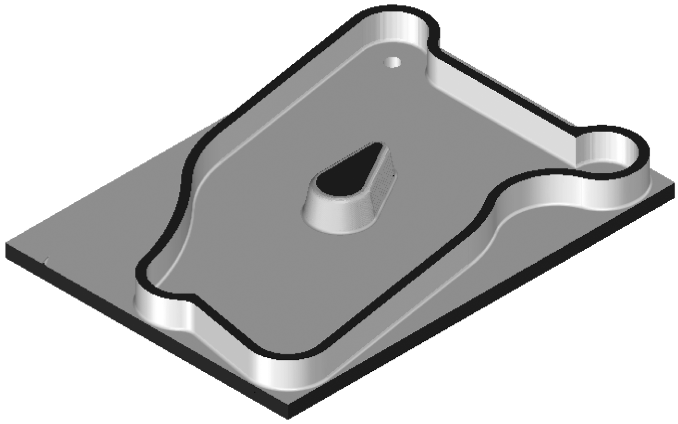


图7-71　模拟加工结果

加工完成，准确无误。

7.1.9　后处理

下面来后处理该文件，生成机床加工用的加工代码。

1）在主面板中单击后处理按钮。

这在下面将显示后处理程序对话框。这个对话框允许使用者选择一个后处理程序，指定程序名称和文件输出的格式，支持多工件程序的输出，如图7-72所示。

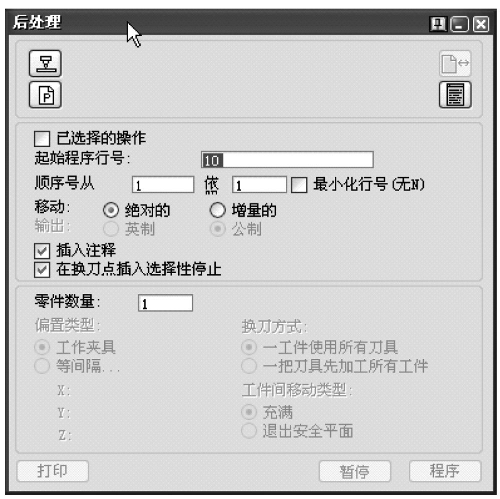


图7-72　后处理界面

2）单击后处理选择按钮，弹出对话框，选择后处理器。改变文件路径找到相应的后处理器。通常后处理器保存在POST文件夹中。一旦选择好路径，下次选择时将以此为默认文件夹，如图7-73所示。

3）选择一个（或其他）3轴或多轴后处理。

4）单击“打开”按钮。

5）单击程序名称按钮，弹出图7-74所示对话框，对程序进行命名并指定保存位置。



图 7-73　选择后处理

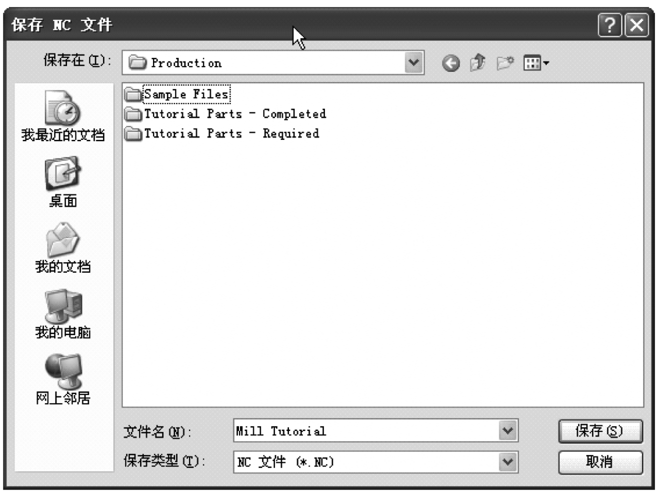


图 7-74　指定保存名称与位置

默认以文件名为程序名称。可重命名。文件名以*.VNC 为扩展名，而加工代码以*.NCF 为扩展名。

6）单击“保存”按钮。

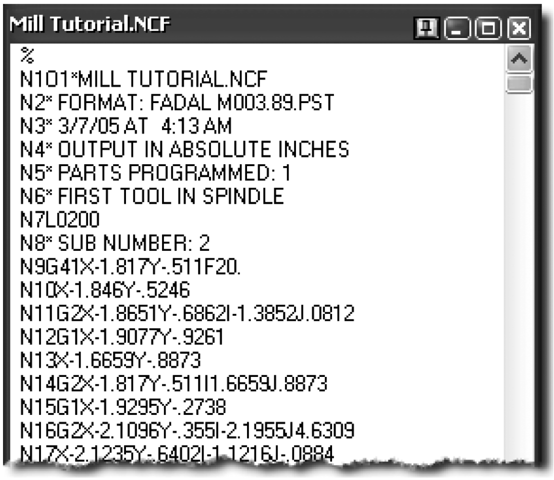
一旦你选择一个后处理程序命名并保存程序，这个程序按钮将被激活。

当单击工艺按钮时，系统将产生一文本文件连接到 CNC 机床上进行切削加工。

7）单击文本窗口按钮，将会出现一个允许你浏览后处理程序的窗口对话框。

8）单击程序按钮 程序 ，程序将生成代码文件。你可以单击“暂停”按钮并且阅读程序。一旦程序处理完成，“打印”按钮将被激活并且可以打印了。现在程序已经产生了，并且可以在 CNC 机床上进行工件切削了，如图 7-75 所示。

9）保存该文件。



```
%
N101*MILL TUTORIAL.NCF
N2* FORMAT: FADAL M003.89.PST
N3* 3/7/05 AT  4:13 AM
N4* OUTPUT IN ABSOLUTE INCHES
N5* PARTS PROGRAMMED: 1
N6* FIRST TOOL IN SPINDLE
N7L0200
N8* SUB NUMBER: 2
N9G41X-1.817Y-.511F20.
N10X-1.846Y-.5246
N11G2X-1.8651Y-.6862I-1.3852J.0812
N12G1X-1.9077Y-.9261
N13X-1.6659Y-.8873
N14G2X-1.817Y-.511I1.6659J.8873
N15G1X-1.9295Y-.2738
N16G2X-2.1096Y-.355I-2.1955J4.6309
N17X-2.1235Y-.6402I-1.1216J-.0884
```

图 7-75　后处理代码

7.2　旋转铣削教程

该教程将加工一个简单的需旋转定位加工的工件。我们将创建一个铣削四个面的程序，在一边开槽并在另外两边钻通孔。

7.2.1　建立零件

（1）毛坯和安全高度

1）建立如下尺寸的 4 轴零件：X：150，－150；Y：65，－65；Z：65，－65。

2）设定 Z 安全高度为 115mm。在这种情况下我们需要选择一个旋转部分。

（2）工作组和几何

1）建立 3 个工作组：槽、钻孔 0 和钻孔－90。

2）在开槽工作组中，在 Y0 位置建立一水平线。

3）在钻削 0 工作组中，在 X50 Y0 和 X－50 Y0 位置建立点。

4）在钻削－90 工作组中，在 X100 Y0、X0 Y0 和 X－100 Y0 位置建立点。

7.2.2　操作 1

1）创建一个铣 100mm 的面并带有至少长度为 30mm 的槽的面铣程序。使用如图 7-76 所示的操作设置。

注意安全平面的设置一定要保证不碰撞到工件的任何边界。图 7-77 所示图片举例说明了什么样的距离才不会撞到工件。

2）单击旋转图标并设定旋转参数，如图 7-78 所示。

3）渲染该刀路，如图 7-79 所示。

7.2.3　操作 2

1）创建一条 Y 等于 0 的直线并使用 25mm 球头盘铣刀铣削长度为 25mm 的槽。这个操作将开始于 A45 并复制 3 次 90°。步骤如图 7-80 所示。

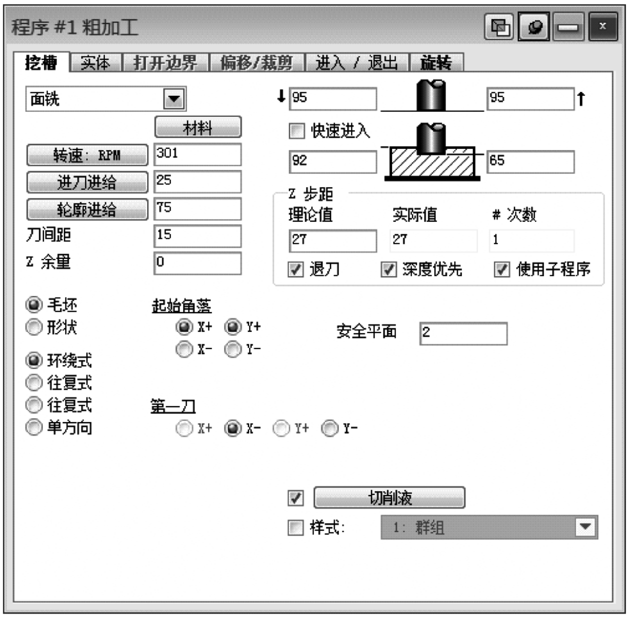


图 7-76　加工设置

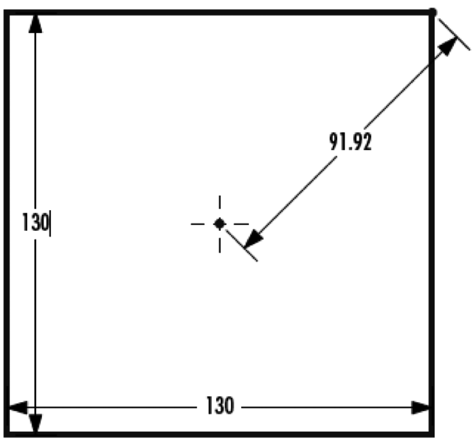


图 7-77　安全位置

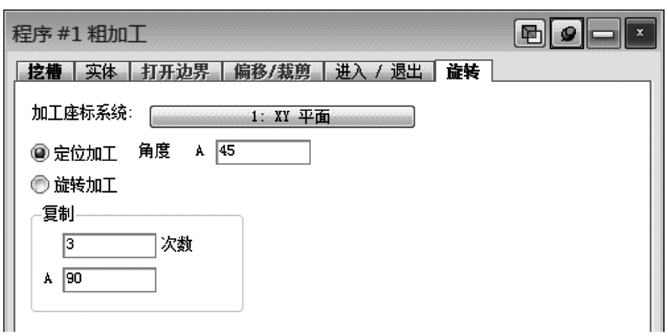


图 7-78　旋转参数设置

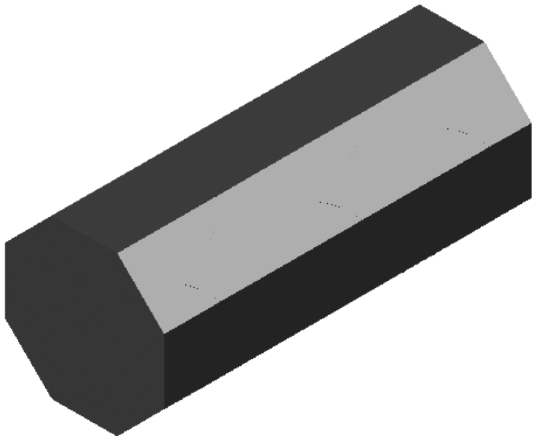


图 7-79　渲染后结果

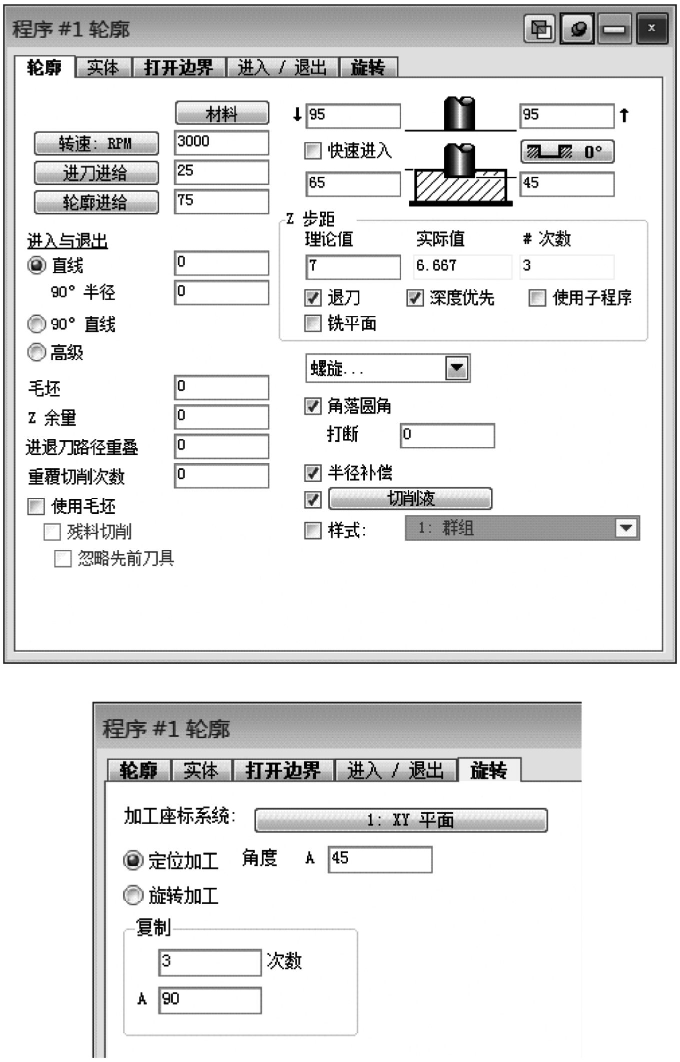


图 7-80　参数设置

2）模拟当前的操作，如图 7-81 所示。

7.2.4 操作 3 & 4

1）创建 25mm 钻孔程序，应用钻削 0 群组的几何点。

这个操作开始于 A0。

进退刀的安全平面已经得到最优化。进刀平面的设置正好高于工件，退刀时的位置保证工件旋转安全，如图 7-82 所示。

2）应用相同的钻孔程序钻削 –90 群组的平面孔，在旋转操作面板上设置旋转角度为 90°，如图 7-83 所示。

3）模拟这个操作，如图 7-84 所示。

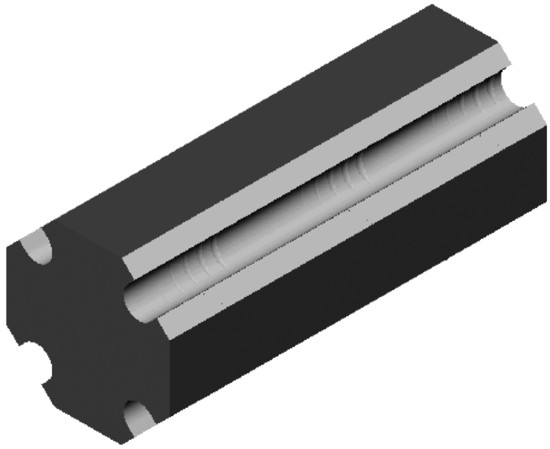


图 7-81 渲染后结果

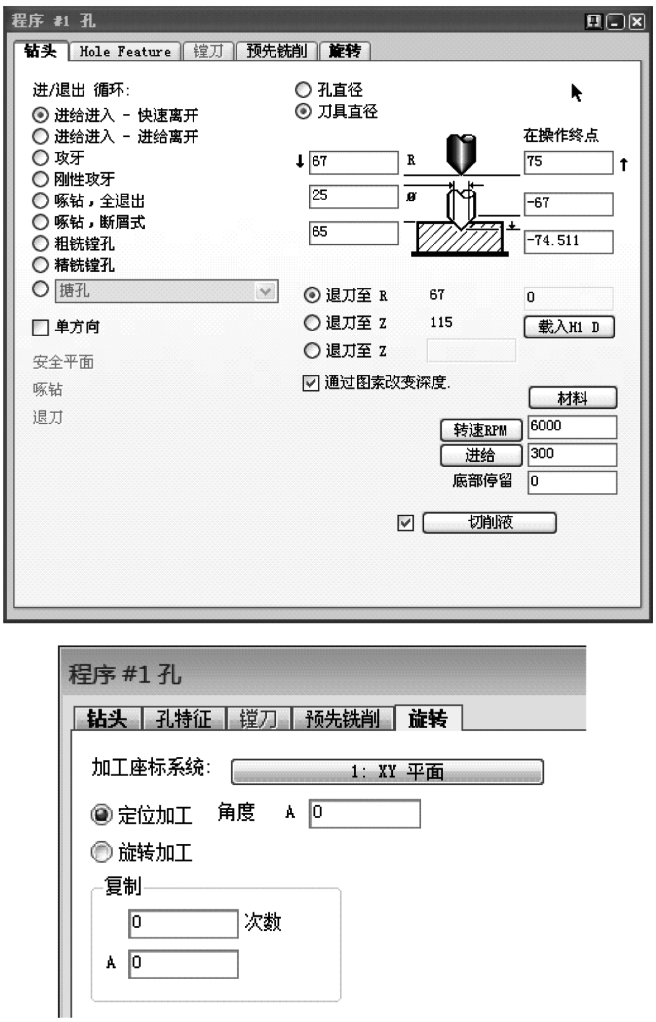


图 7-82 钻孔参数

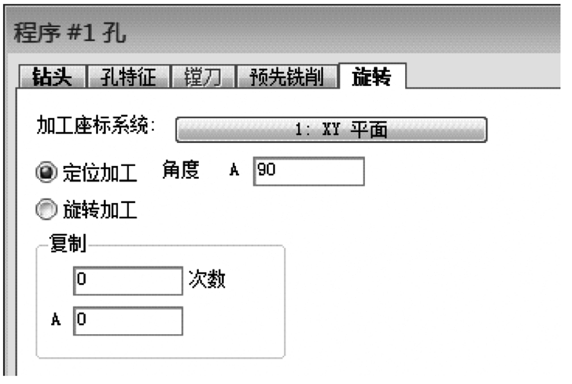


图 7-83　旋转参数设置

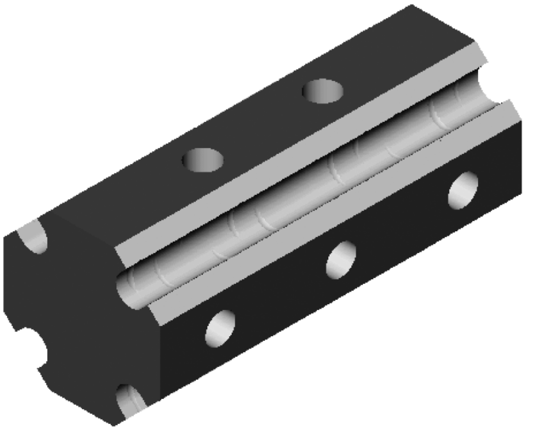


图 7-84　渲染后结果

第8章 GibbsCAM高效加工

8.1　快速入门

本章是一个使用 VoluMill 的快速入门。假定用户已经熟悉如何使用 GibbsCAM 软件。

这个练习需要的零件文件在随书光盘配书练习/GibbsCAM 基础篇——零件加工/第 8 章中。

当 VoluMill 产品选项启用时，VoluMill 程序激活按钮在 CAM 工具栏最右边，如图 8-1 所示。



图 8-1　功能项位置

定义用来加工零件的合适工具。VoluMill 支持 1 型铣刀（粗/精/球铣刀）。

通过拖动 VoluMill 程序按钮到工艺列表工具栏来创建一个 VoluMill 工艺。

输入主轴转速、进给速度、期望 Z 步距、最佳加工条件的切削宽度。

8.1.1　如何知道最好的切削条件

直线切削：编程时，主轴转速、进给速度、期望 Z 步距、切削宽度等参数的设定都是基于最坏的切削条件。这些条件大都是在刀具移动到一个角落，或者进行全刀宽切削开槽时产生的。

使用 VoluMill 时不必担心最坏情况的加工条件。直线切削的情况如图 8-2 所示。

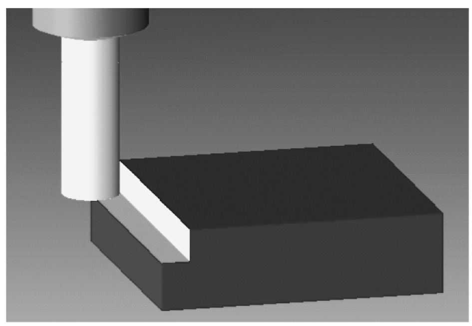


图 8-2　直线切削

由于 VoluMill 刀具路径在整个切削过程中不包含尖角、没有全刀宽切削的情况，所以可以使用适合直线加工的加工参数来切削。

8.1.2　什么是“高进给率”

当 VoluMill 完成切削后，它通常必须通过已加工区域重新定位下一个切削位置。VoluMill 保持刀具安全位置而不是跳到安全平面，应该是贴着已加工区域，这样做可以使最高进

给率得到充分利用，如图 8-3 所示。

1. 输入切入进给率与下刀角度

VoluMill 在得到向下切削深度时会自动定义进给速度与角度，同样重要的一点是，进给不会发生在路径急剧变化的位置。

有时可能会看到 VoluMill 在较窄区域内的进给路径，但是一定不是在切削或者高速进给，如图 8-4 所示。

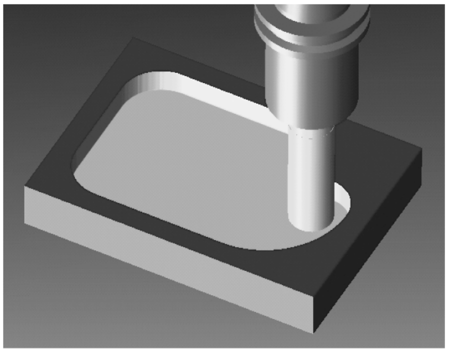


图 8-3　刀具以高进给率移动到下一个切削位置

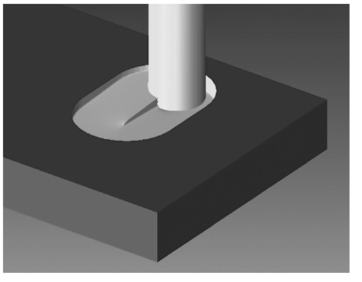


图 8-4　刀具在插刀进给和角度下进行斜向下刀

2. 输入底面间隙

底面间隙是指刀具抬起来定位到下一个切削位置的高度。

此参数结合前面讲的“高进给率”使用。当 VoluMill 完成一个切削后，刀具并不是抬到安全平面，VoluMill 将保持刀具处于加工区域里面。为了防止刀具移动时碰到已经加工的平面上，刀具会沿着螺旋抬高到底面间隙的高度，如图 8-5 所示。

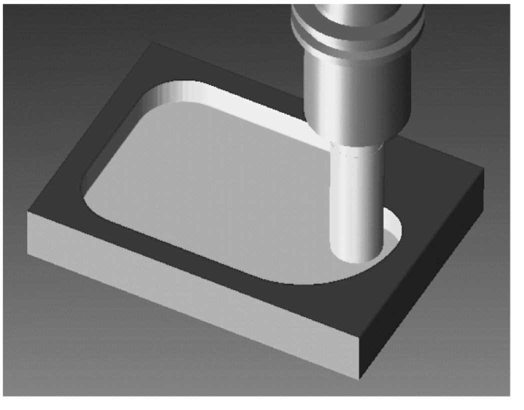


图 8-5　刀具在底面间隙高度越过口袋底面移动到下一个切削位置

3. 可以在侧铣宽度选项下选择一个或多个选项

侧铣宽度选项允许在铣削较狭窄的区域时指定一个较小的切削宽度。

最大槽深和切槽进给率选项会在切槽时自动计算槽进给率和/或最大切槽深度值，保持材料去除速率。

进给率、期望 Z 向切削深度、切削宽度参数可以决定材料去除速率（cm^3/min 或 in^3/min）。当 VoluMill 产生一个全刀宽切削或者新区域时，它不会超过由指定的参数决定的材料去除速率。

根据指定的参数，VoluMill 将减小进给率或轴向切削深度，以弥补增加的 Z 向切削深度，从而保持恒定的材料去除速率，如图 8-6 所示。

指定要加工的 2D 或 3D 项目：

2D（几何）：在工作区中，选择一个或多个封闭的几何链。如果选择多个链结，外链被

当做口袋，其他形状作为岛屿，它们不会被加工。对于其他程序，VoluMill 也支持使用开放边功能，使之能进行开放式口袋加工。

3D（实体、片体或面体）：在工作区中选择一个或多个实体进行加工。根据需要，在 VoluMill 程序对话框的“仅实体”中设定合适的值和选项。

单击“进行”按钮，将看到 VoluMill 的计算进度条，如图 8-7 所示。

这样就创建了一个 VoluMill 刀具轨迹，大大缩短了粗加工时间。计算后的刀具路径如图 8-8 所示。

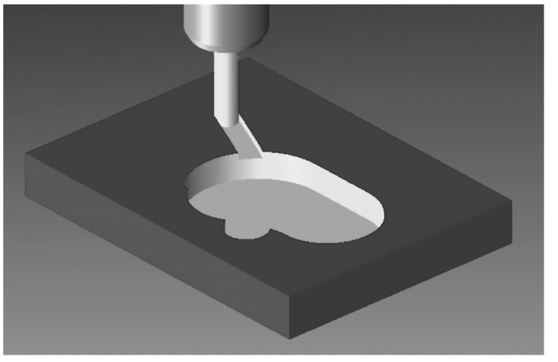


图 8-6　指定 Z 步距和进给率自动修改，但不超过指定的材料去除速率

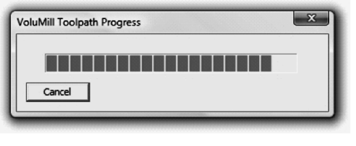


图 8-7　计算进度条

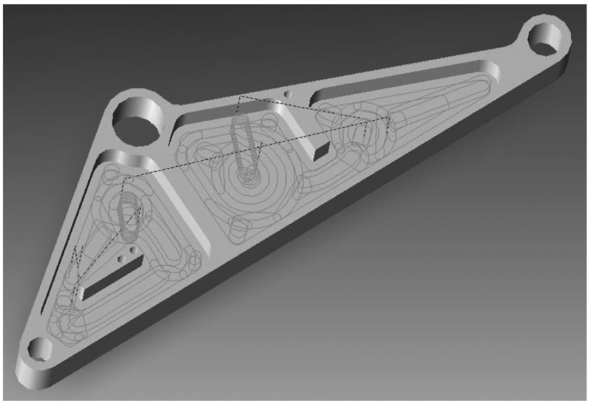


图 8-8　计算后的刀具路径

8.2　用户界面

创建一个程序或双击 VoluMill 程序图标，将弹出图 8-9 所示的程序设置界面。

8.2.1　深度图解

这部分指刀具轨迹的安全平面，如图 8-10 所示。

进刀安全平面：进刀安全平面是指程序开始前刀具将创建快速从开始点移动的刀具路径。

退刀安全平面：退刀安全平面是指程序结束后刀具快速移动到的位置点。

曲面 Z：曲面 Z 是指材料的最高点。

底面 Z：底面 Z 是指刀具加工到的深度值。

8.2.2　切削控制

单击“切削控制”按钮将会弹出一个切削厚度控制对话框。激活切削厚度控制（AT-

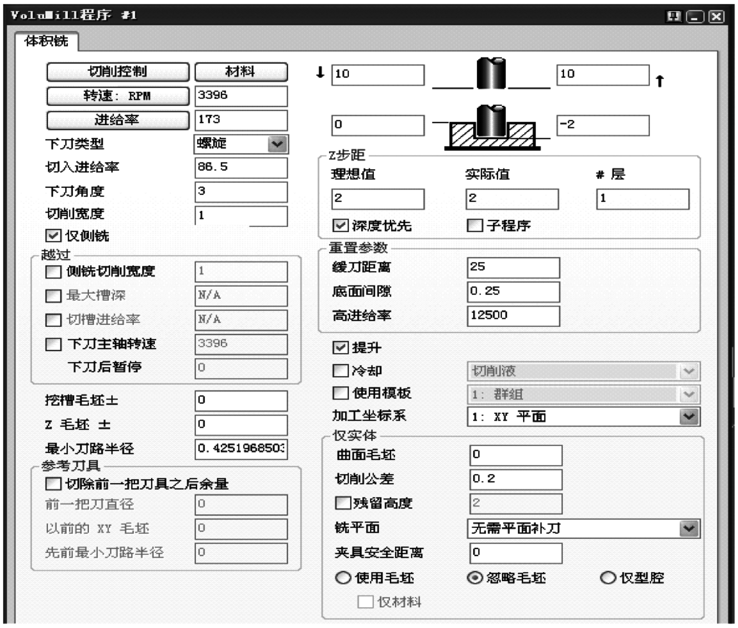


图 8-9　程序设置界面

TC）是用来生成指定参数的 VoluMill 刀具轨迹。通过在参数对话框中输入适当的数值可以计算每刀的切削厚度，包括最大切削厚度（MCT）。

参考计算：在下拉菜单中，选择需要计算的参数，包括转速、进给速度、切削宽度、切削厚度。切削厚度是默认的选项。

选择的参数不同，可用的参数计算项也会变化。

转速（RPM 和 SFM/SMM）：输入的数值是指主轴每分钟的转数。其默认数值和 VoluMill 路径中的参数相同。

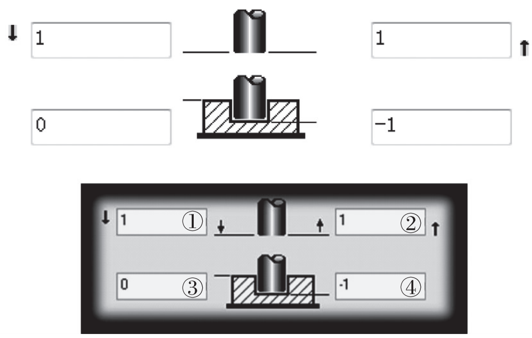


图 8-10　安全平面

1—进刀安全平面　2—退刀安全平面

3—曲面 Z　4—底面 Z

进给速度（MMPM/MMPT）：其默认的数值和 VoluMill 路径中的参数相同。

切削宽度：刀具路径中最大的切削宽度（除去“插铣”和“仅侧铣”选项选中的情况）。其默认的数值与 VoluMill 路径中的参数相同。

切削厚度：当前显示的数值是程序中最大的切削厚度，基于当前的转速（RPM 和 SFM/SMM）、进给速度（IPM/MMPM 和 IPT/MMPT）、切削宽度（或刀径百分比）和当前刀具的齿数。切削厚度是默认的选项。

当所有的参数都指定好以后，可以单击“计算”按钮生成最终的数值。

材料去速率：通过当前一些参数指定，显示出当前材料的去除速率，单位是 in^3/min 或 cm^3/min。

应用参数：单击“应用参数”按钮将会关闭 ATTC 对话框，并将其中的参数应用于刀具运算。

取消：单击“取消”按钮将会关闭 ATTC 对话框，所有参数将无效。

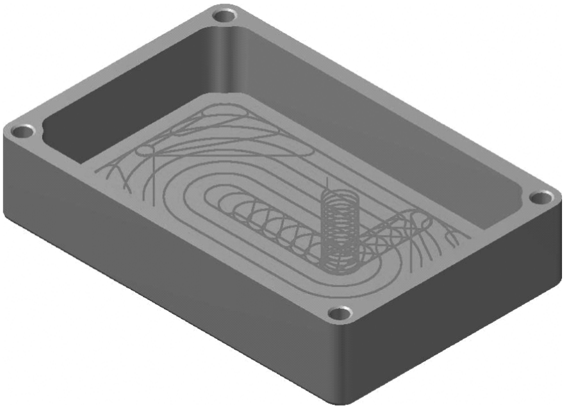
单击右上角的“?”按钮，将会打开一个新窗口详细介绍 ATTC 的功能，包括背景信息、案例和最佳参数推荐。

8.2.3 体积铣

主轴转速（RPM）：输入的数值指主轴每分钟的转数。单击“材料”按钮，可以通过材料库和刀具推荐一个参考数值。

进给率：刀具在材料中进给的速率。VoluMill 可以自动调节凹槽圆弧的速率，以保持恒定速率切除材料。

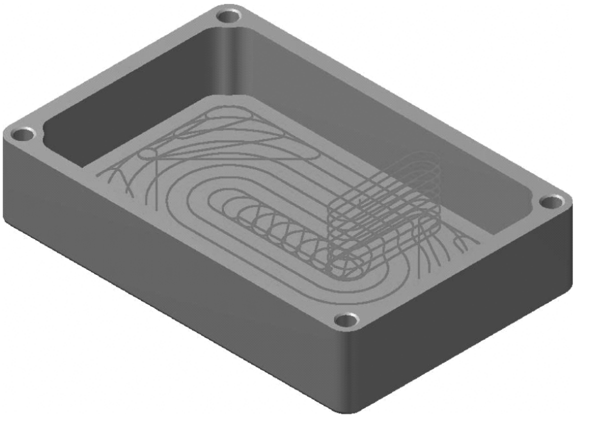
VoluMill 会保证去除材料时不会超出给定的速率。在深度切削时它的进给率是不断调整的。为缩短循环时间，需要设置最佳的转速和进给率，例如上面描述的走直线加工。VoluMill 可以在不管工件形状的情况下调整进给速率和深度切削的条件。


图 8-11　螺旋进刀

进刀类型：这个操作提供了两种深度切削进刀的方式，即螺旋进刀和斜向进刀。

螺旋进刀是指螺旋进入深度加工。这是加工坚硬材料默认的进刀方式，如图8-11所示。

斜向进刀是指以斜向进入的方式加工所需的深度。VoluMill 可以计算出最佳位置和形状，创建一个过渡区。当这个过渡区是用来连接时，刀具则切到下一个深度时的位置。这种策略只适合加工软质材料，如图 8-12 所示。


图 8-12　斜向进刀深度值

切入进给率：这个进给率是斜向进入毛坯的速率。

下刀角度：这个参数是刀具从最高点完全切入槽的角度。VoluMill 使用输入值作为预期值，这就意味着实际斜向角度是以斜向区域给定值来进行调整的。VoluMill 根据选择的形状自动计算斜向的位置，长度和切入进给率是由斜向进给率给定的参数计算的。

切削宽度：输入值表示刀具路径切削宽度。这是一个实际值而不是刀具直径的比例值。切削宽度不能超过这个值，除非选择了让槽加工。在 VoluMill 中，任何一个小于刀具直径的值都不会留下加工不到位的地方。

有两种策略会考虑在狭窄区域的加工：侧铣和槽铣。如果这个参数没有被选择使用，VoluMill 会自动选择最低循环周期和当前的进给率进行切削。根据零件的形状，两种方法都将被使用。

在 VoluMill 使用先进的方法加工不需要全刀宽切削的部分就涉及到侧铣，如图 8-13 所示。

侧铣：在有些案例中 VoluMill 使用全刀宽切削，这就涉及槽铣。在槽铣中，VoluMill 将采用进给率和使用多层切削的方式有效去除毛坯，如图 8-14 所示。

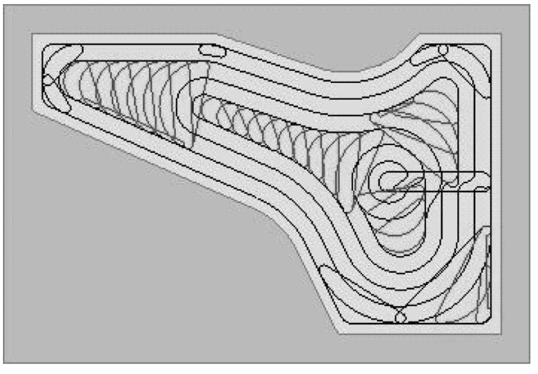


图 8-13　侧铣

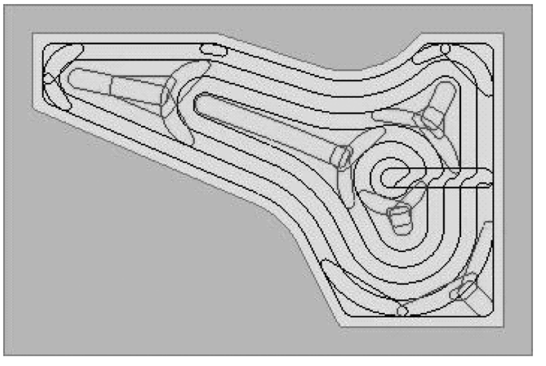


图 8-14　槽铣

槽铣：这种方式迫使系统只使用侧铣方法，特别是切削硬度较大的材料时，应选择这种方法。

侧铣切削宽度：当侧铣时，这个数值不要超过切削宽度的定义值。

最大槽深：这个参数决定任一槽铣的数值和深度。VoluMill 使用给定的最大槽深度值，意味着深度切削必须从给定的值向下调整保证去除余料采用相同的深度值。由于槽切削的步距值总是大于非槽切削的值，因此必须降低槽切削的进给率，同时也需要降低轴向深度值来去除剩余毛坯。

如果这个选项没有被选中，结合最大槽深度参数 VoluMill 将会自动设置这个参数值，将保持相同速率清除余料。VoluMill 计算出来的值将会以灰色显示在输入栏里。

这个越过值不适合用于仅侧铣加工操作被选中时。

切槽进给率：由于槽切削的步距值总是大于非槽切削的值，必须降低槽切削的进给率，同时也需要降低轴向深度值来去除剩余毛坯。如果这个操作被选中，结合最大槽深度参数 VoluMill 将会自动设置这个参数值，将保持相同速率清除余料。VoluMill 计算出来的值将会以灰色显示在输入栏里。这个越过值不适合仅侧铣加工操作被选中时。

下刀主轴转速：这是进刀时的主轴转速。如果这个操作被选中，VoluMill 将使用主轴转速。这在软质材料加工中也许是合适的，但是，在加工硬质材料时下刀速度应与斜向进刀的速度相等。

注意：在处理程序的时候是支持主轴转速的改变而不影响刀具的改变。

下刀后暂停：当主轴转速有效的时候，可以在刀具完全进入后给定一个暂停时间。有些机器设备从进给开始到达到程序主轴转速时中间不会中止。这时下刀后暂停将会给机床一些时间暂停。

挖槽毛坯 ±：刀具轨迹遗留在槽加工中壁面的余料值。

Z 毛坯 ±：刀具轨迹遗留在槽加工中底面的余料值。

最小刀路半径：横向切削时刀具轨迹的最小半径值。为了能够在尖角和狭窄区域更有效地利用较小的刀具完成清根操作，VoluMill 不得不选择较小的运动轨迹。系统默认为是最小刀具直径的 45%。根据这个值，可以有效缩短生产周期。但是，有些区域会加工不到位，如图 8-15 所示。

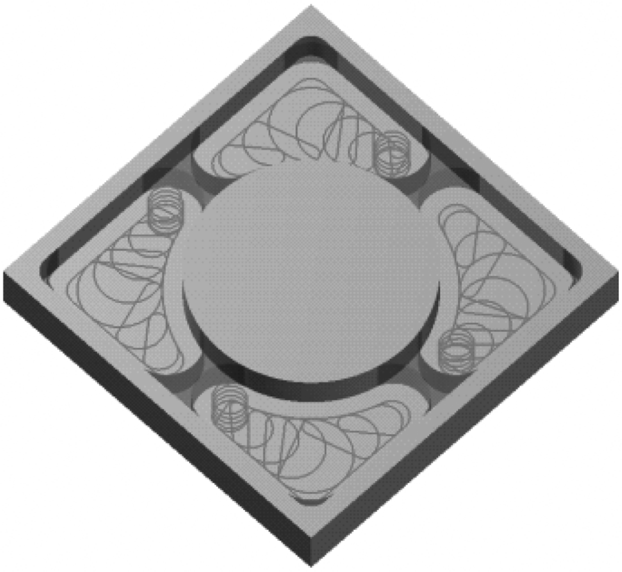


图 8-15　过大的最小刀路半径加工时遗留下的剩余毛坯

使用较小的数值可以使刀具去除更多的材料。但是用另一个 VoluMill 加工剩余的材料比换一把小刀具加工效率要低。最小值可以为刀具直径的 5%。在加工中，如果零件拐角等于刀具半径，即使刀具轨迹设置成最小，VoluMill 为了防止尖角运动，也会在拐角处留下少量的余料。

VoluMill 可实现粗加工和精加工，如图 8-16 所示。



图 8-16　一个较小的刀具路径可以有效地加工较窄的区域

参考刀具：用来设定上一把刀具的加工信息。

清除前一把刀具余量：这个操作被选中将产生清角铣削的刀路。这个刀路用于加工较大的刀具加工不到位的地方。

前一把刀直径：前面程序使用的刀具直径。

以前的 XY 余量：应用于前面程序的 XY 余量，通常与当前余量相同。

先前最小刀路半径：用于先前程序的最小刀路半径。

Z 步距：这是刀路每层切削的深度。如果输入值大于或等于总深度，口袋被一次加工。如果输入值小于总深度，将会在 Z 方向上产生多层刀路。这时输入值将会被调整，以确保每层去除相同的材料。这个调整值显示在实际区域中。

深度优先：这个选项针对多个型腔加工时，先对每个口袋加工到最终深度，再去加工另外一个口袋。如果不选择这个选项，所有被选择的口袋在每一层上都要加工。这个程序重复执行，直到每个口袋都加工完成。

子程序：这个选项可让用户选择是否在后置代码中使用子程序。激活这个选项会生成更

简洁的 G 代码。

换刀距离：这个参数定义了在工件 Z 方向上由高速进给转变成加工进给的距离。

底面间隙：在 Z 向留有余量确保能够螺旋进、退刀。输入值必须大于或等于零。如果输入正值，加工发生在已加工面上。如果输入零，加工发生在整个已加工面上。在这种情况下，设置高进给率，可以保证在底面加工的一致性。

高进给率：用在重新定位刀具轨迹上，不同于发生在快速移动上的情况。

顺铣：定义顺铣、逆铣。

冷却：这个复选框表示在一个程序中是否打开冷却选项。切削液是标准的冷却方式，其他的冷却方式可由用户定义。

使用模板：当使用模板打开时，程序将会在选择的模板群组上生成相同的刀路。在群组模板中，可以选择包含点模板的工作组。后处理会使用子程序方式输出，原始刀路会作为子程序。

加工坐标系：允许用户指定在哪一个坐标系上生成刀路。默认的是 XY 平面。所有的坐标系都是可以利用的。

仅实体：这个选项只应用于实体加工。

曲面毛坯：曲面毛坯是指曲面或实体加工后留下的余料。刀路将会沿着 X \ Y \ Z 偏移曲面毛坯。“毛坯 ±” 只计算切削平面的毛坯。

切削公差：指刀路的公差，也称为弦高。数值设置越小，运算时间越长；反之则时间越短。

残留高度：刀具先以最大切削深度切削，然后以固定深度切削。这样，刀具在大量去除材料的同时也为半精加工留下了余量。

图 8-17 所示为残料去除，先大量去除材料，然后减小下刀的步距。

铣平面：这个菜单为平面加工提供不同的加工策略。

无需平面补刀：只有在平面刚好处于 Z 步距上时才会被加工，如图 8-18 所示。

增加切削深度：每个平面增加一个 Z 步距，如图 8-19 所示。

在下一深度之后切削：切削完成后增加深度，如图 8-20 所示。

夹具安全距离：刀具路径避开夹具的值。

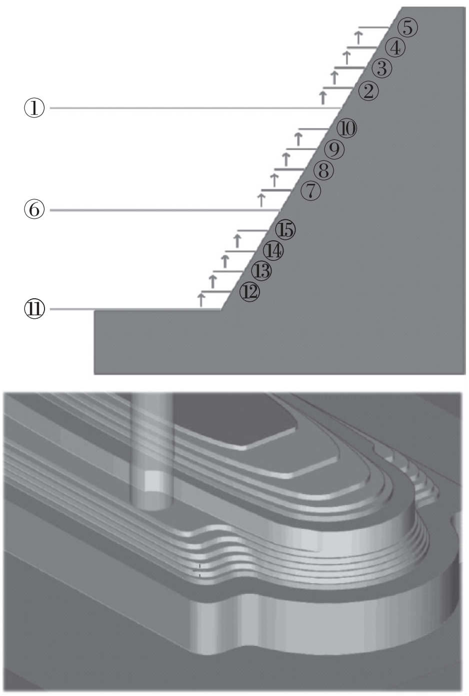
使用毛坯：当“使用毛坯”功能被选择以后，不管工件是否延伸出毛坯，刀具路径都将按照定义的毛坯来计算。

仅材料：“仅材料” 只根据前一操作留下的余料计算。余料被遗留在 2D 的轮廓、粗加工和钻孔中，不会遗留在 3D 面、曲面流和两曲线流操作中。支持自定义毛坯，尖角刀、牛鼻刀、球刀和多数刀具，不支持倒扣刀具。“仅材料” 只被用于单个程序或多个程序组。

忽略毛坯：当选中忽略毛坯时，毛坯定义将被忽略。所选曲面实体粗加工，意思是这个槽可以通过选中的底面进行加工。

仅型腔：这个操作用于加工有平面的型腔，这个操作的好处是不需要另外定义毛坯，如图 8-21 所示。

平面型腔：如果“仅型腔” 被用于型芯或顶面不平的零件，刀具路径将会在封闭区域生成。这样可能会导致第一次下刀太深。用户要根据自定义毛坯的形状给出相应的选择，如图 8-22 所示。



原始步距　　最终步距

图 8-17　残料去除

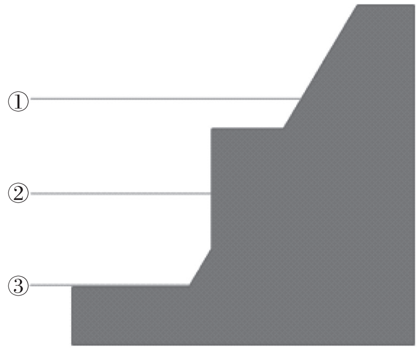


图 8-18　平面补刀

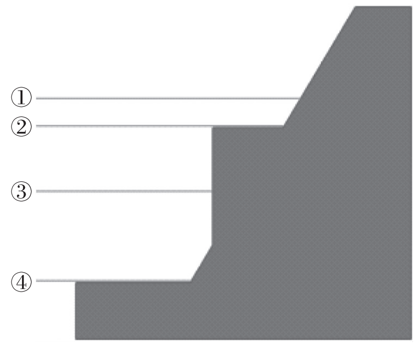


图 8-19　增加路径

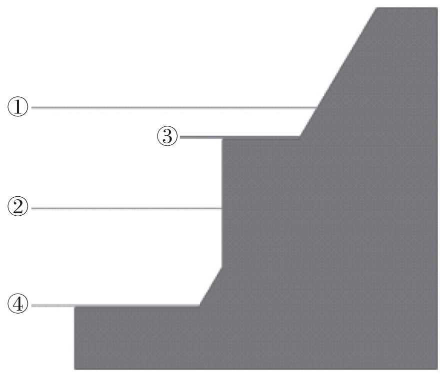


图 8-20　补刀后路径

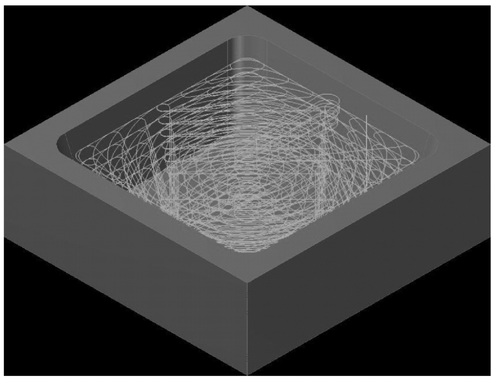


图 8-21　仅型腔

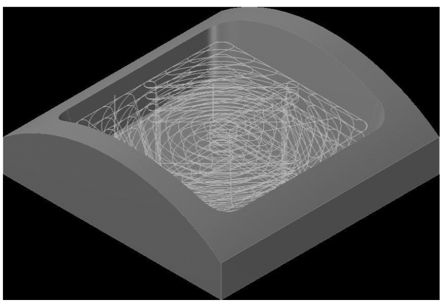


图 8-22　平面型腔

8.3　旋转标签

当使用 4 轴或 5 轴 MDD 时，VoluMill 提供了旋转功能，如图 8-23 所示。

在这个选项中可以生成定位的刀具路径或者旋转的刀具路径，还可以对这些刀具路径复制以指定的角度和次数。不论是铣、车铣、高级坐标还是多任务加工模块，必须在二界面下。此外，A、B、C 轴的旋转取决于当前工件 MDD 的选择。

定位：选择这个选项将会在选中的坐标平面生成一个刀具路径。

角度：适用于任何 4 轴或 5 轴 MDD。起始角度是 A0，它的数值可以是负值。

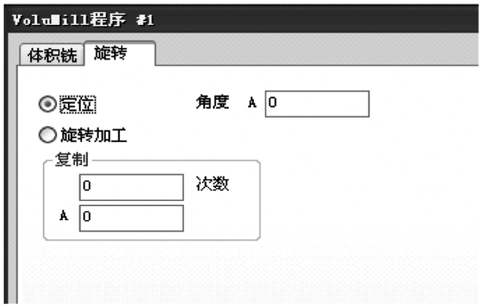


图 8-23　旋转功能

旋转加工：旋转加工选项是一个额外的铣削功能。使用旋转加工可以使生成的刀具路径包裹 A 轴或 B 轴。有时候一般的铣削也会用到。

当在文件对话框中创建一个 4 轴立式铣削文件时，系统允许 A 轴旋转；当创建一个 4 轴卧式铣削文件时，系统允许 B 轴旋转。

复制：如果选择了定位或旋转加工选项时，可以在这里对刀具路径进行复制。

次数：这里的数值是指额外的刀具路径次数。例如，输入 3，生成的刀路总共复制 4 次。

如果只设定一个加工坐标系，应确保这里的数值是“0”；如果是“1”，则会以指定的角度生成额外的刀路。

角度：以指定的角度生成刀具路径。

8.4　疑难解答

1. 角落完全加工不到位如何解决

为了避免尖角运动和保持光滑运动（VoluMill 在默认情况下将产生尖角运动），加工角落小于或等于刀具半径。减小最小刀具半径可以快速进入角落加工。

一旦 VoluMill 程序对话框出现，只需花费几秒钟时间就可创建刀路参数。复杂形状花费的时间会较长。如果指定的刀具不适合选定的几何刀路，VoluMill 将不会计算出刀具轨迹。

2. 狭窄区域加工不到位如何解决

为了避免尖角运动和保持光滑运动，VoluMill 将产生变化的最小刀具半径值。

当型腔的开放边距离小于刀具半径时，深度优先不可用。这是一个设计的局限。

第9章 GibbsCAM塔式加工管理

9.1 概述

塔式加工管理系统（TMS）是一个可选模块，让你更方便地进行多工件塔式加工和生成适当的 G 代码。TMS 需要 2.5 轴和实体曲面模块。TMS 指令需要一个处理器来生成 G 代码和进行机床仿真。

没有 TMS 的情况下，必须使用阵列输出的方式。TMS 系统更容易、更完整，你只需要对单一部分操作定义。在塔式加工上设置多个工件或设置一个工件的两边，只需告诉 TMS 在塔式加工两边切削。

塔式加工管理系统在适当的位置创建了一个操作块 ，这个操作块作为 TMS 主要的界面。塔式加工管理系统为详细资料文档的使用提供了一个熟悉的产品教程，如图 9-1 所示。

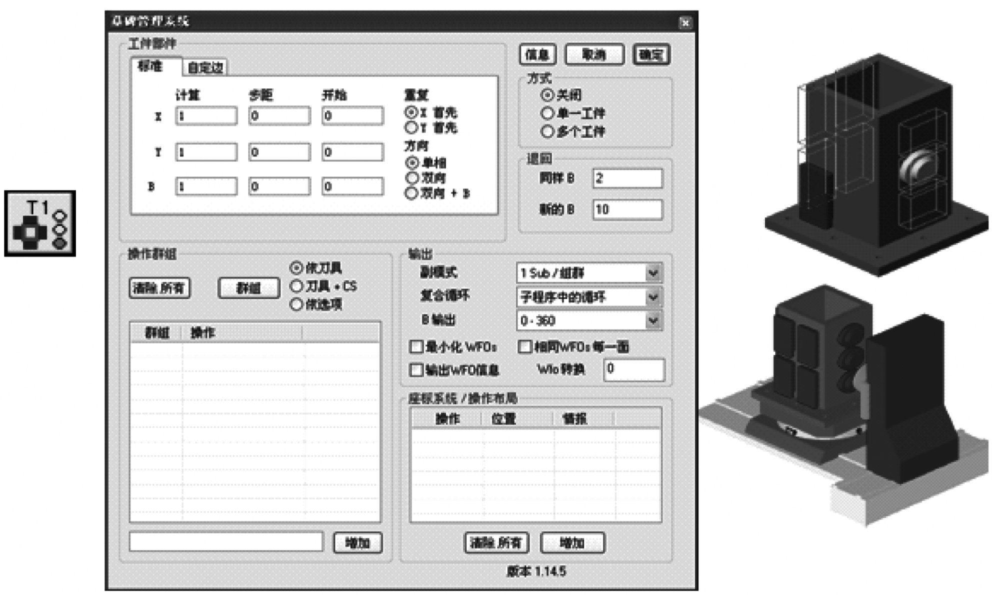


图 9-1　操作块、TMS 操作对话框、在机床仿真中显示毛坯设置和该工件

9.1.1 惯例

GibbsCAM 文件使用两种不同的字体去描绘屏幕文字和按键或鼠标操作。其他惯例的文字和图形允许快速略读，抑制不适当或指示链接。

9.1.2 文本

屏幕文本，关于这个出现的文本显示在 GibbsCAM 或你的监视器文本里。通常这是一个按钮或文本对话框。

按键/鼠标，关于此出现的文本说明一个按键或鼠标操作，例如 Ctrl + C 或右键单击。

代码，关于此出现的文本表示 NC 代码，如宏程序走直线或一段 G 代码。

1. 条件

类似这样一段格式在 GibbsCAM 软件里通常使用一个词或短语说明，其次是定义或解释。

连接点弹出类似这样在 PDF 里没有特殊意义的一段格式。然而在在线帮助里，你可以单击连接点弹出一小段文本提供额外的详细资料或连接。

2. 下拉格式

类似这样一段格式在 PDF 里没有特殊的意义。然而在在线帮助里，你可以单击下拉标题以显示或隐藏它包含说明的文字。

9.1.3 图形

一些图形颜色的改变，使得不相关的信息就不再强调。一部分图形可能会变模糊或变暗，从而突出正在论述的项目。

通常编号标注是一个图形的注解（如上所述），有时包括绿色圆圈，箭头或连络线去处理调节详细部分的图形。

浅绿色边界轮廓区域内的图形通常表示一个图像映射。在在线帮助或 PDF 阅读器里，你可以单击一个绿色边界区域去链接。

9.2 界面

9.2.1 进入 TMS

塔式加工管理系统是通过菜单下插件程序进入。塔式加工管理系统由两个主要界面项组成一个操作板显示 TMS 的状态并从另一个操作板进入一个对话框，如图 9-2 所示。

选择设置多个工件将打开塔式加工管理系统对话框，允许你定义塔式加工上的设置，如图 9-2 所示。当你完成设置，在操作列表里第一个面板的位置上创建了一个新的操作。任何现有的操作将被移动到列表最后。操作面板提供的信息显示了塔式加工管理系统状态，即是否使用。双击面板将允许你修改塔式加工上多个工件的状态并定义工件。TMS 面板必须保持在第一面板位置上。

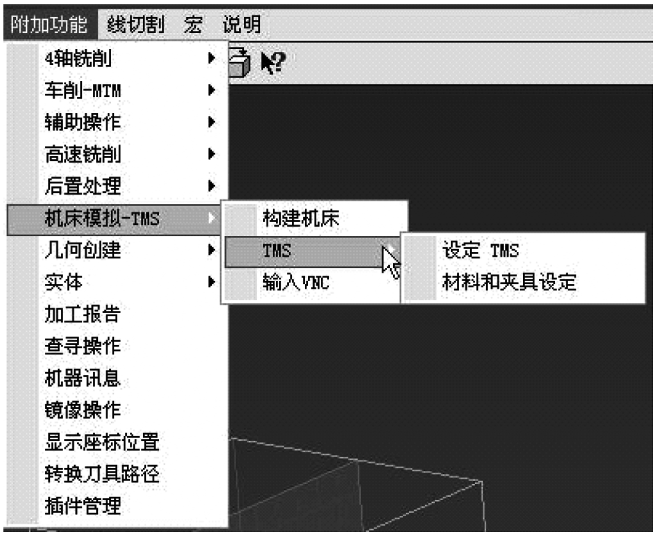
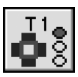
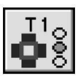
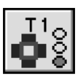


图 9-2　进入 TMS 系统

9.2.2　多个工件模式

TMS 状态包括关闭、单个工件和多个工件见表 9-1。

表 9-1　TMS 状态

图　　标	模　　式	设　　置	含　　义
	关闭	◉关闭	忽视多个工件信息。工件将作为标准工件输出
	单个工件	◉单一工件	每个操作只输出一次
	多个工件	◉多个工件	使用多个工件信息程序产生整个塔式加工机床恰当的输出

每个操作被调用一次，“单件”方式将产生一个输出，通过接受过滤器来计算。唯一的区别是 B 轴方向每个组循环总是相同的。这种方式保证了第二组的实例与第一组的实例在相同的位置。

9.2.3　更新跟踪

操作里每一个改变，例如删除、移动或创建一个新的操作将标志 TMS 的操作不同步。在塔式加工图标单击红色的框，就显示图标。这是一个警告，改变操作并反复检查多个工件的定义，保证可得到想要的输出。在打开多个工件对话框并单击“确定”退出后，将被复位到标准状态，如图 9-3 所示。



（标准）　（不同步）

图 9-3　操作类型

9.2.4 塔式加工管理对话框

塔式加工管理对话框允许定义塔式加工装配并在上面进行工件切削。一个完整的塔式加工管理系统对话框如图 9-4 所示。



图 9-4 一个完整的塔式加工管理系统对话框

9.2.5 毛坯及夹具布局

毛坯/夹具布局对话框是用来定义塔式加工上所有毛坯和夹具的位置的。在毛坯物体或夹具上创建唯一一个实例或在塔式加工位置上通过复制项目创建一个矩阵，为机床仿真模拟作准备，如图 9-5 所示。

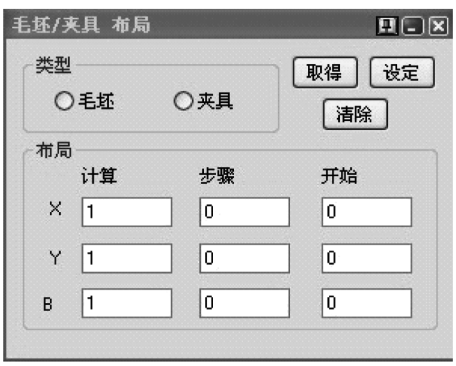


图 9-5 毛坯/夹具

9.3 工件设置

9.3.1 VNC 文件设置

使用 TMS 时，工件不需要进行特别处理，但是工件应设立在 X0、Y0、Z0 的中心。这样 + Y 值应该是工件的高度，而 X 和 Z 值分别是工件的长度和宽度，如图 9-6 所示。

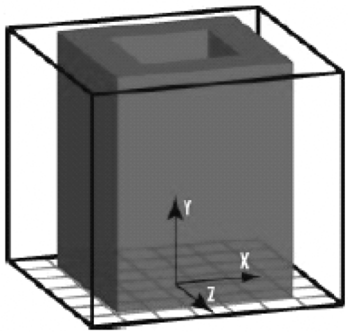


图 9-6　定义工件零点

TMS 推荐工件设置：要将 TMS 用于机床仿真，需要使用与机床装配图相关联的自定义 MDD。只需从文档控制对话框中选择合适的 MDD 就可以了。

9.3.2 塔式加工管理系统对话框

创建 TMS 工件遵循以下步骤：打开一个现有的 VNC 文件，其中包含想要加工的零件。如果所有的操作都在 TMS 上，不是在单一面的同一工件上，需要在塔式加工管理系统对话框中应用特殊的过滤器。如果没有应用过滤器，TMS 将处理第一面的所有操作。

在附加功能菜单中设定 TMS，如图 9-7 所示。



图 9-7　塔式加工管理系统

在此对话框中填写数据，然后单击“确定”按钮，这将创建一个在第一的位置新操作。如需编辑数据则双击，如图 9-8 所示。

确定：单击“确定”按钮将创建一个新的 TMS 操作或保存对现有 TMS 的所有更改。

取消：单击“取消”按钮将关闭对话框，不保存更改。

信息：单击“信息”按钮打开生成报告对话框。

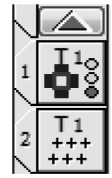


图 9-8　塔式加工操作标识

9. 3. 3　工件布局

工件布局定义塔式加工上的多个工件和刀具如何切换。“标准”选项卡用于定义墓碑所有边的共同设定。“自定边”选项卡用于在多类型零件或零件独立时进行定义。在墓碑前后不同边的情况下标准和自定边都会使用。如果工件每边的布局是一样的（如 3 行 2 列的零件在相同的相对位置），则“标准”选项卡是最好的选择，因为它使用简单。过滤器用来根据墓碑各边处理单独的加工过程。“自定边”选项卡则用于各边设置不同的情况，如图 9-9 所示。

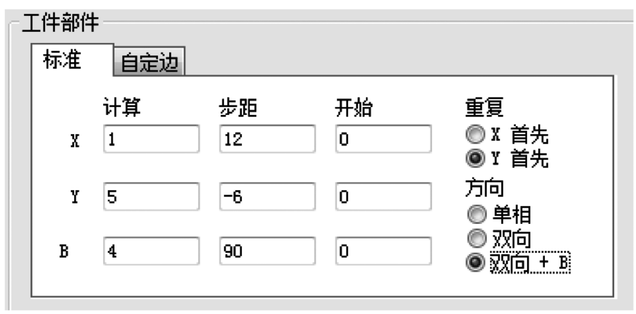


图 9-9　工件布局

9. 3. 4　标准

计算：在计算列中的项指定每边 X 和 Y 方向零件的数量，B 项指定墓碑有多少个边。在这个例子中有四个边，每边有 5 伯且纵向一字排开。

步距：在步距列中的项目指定 X 和 Y 方向的距离，测量单位跟随零件单位。如果零件在左侧，则 X 用正值；如果零件在底部，则 Y 用正值。在这种情况下，如果零件程序位于左上角则 Y 用负值，而 B 项指定为每次旋转角度值。一般情况下这些值是相等间隔（0°、90°、180°、270°的 4 面）。所有旋转就像简单定位加工。旋转方向可想象为：沿墓碑旋转轴向下看，角度顺时针方向递增时墓碑在逆时针旋转。

开始：在开始列中的项目指定 X 和 Y 开始重复的位置。该值通常设置为 0。可能有一个例外的情况，例如你有 3 行（Y = 3），而您的程序在中间一行。在这种情况下，您可以输入一个负的 Y 开始值。同时 B 开始值也能允许程序在不同的边上开始加工。

重复：这两个按钮中的一个来定义加工顺序，X 意味着工件一行一行加工，Y 意味着工件一列一列加工。

方向：这些按钮定义其中的每一行或每一列是加工方向。单向意味着每一行从左至右（或从右到左，如果第一步是负数）加工，双向是指第一行从左至右加工，而第二行从右到左加工。双向 + B 指旋转后刀具不会退回到起始位置，而会用一个相反的顺序，如图 9-10 所示。

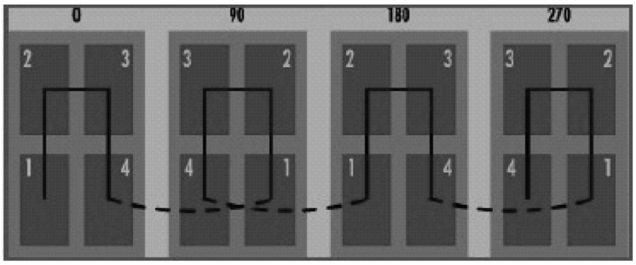


图 9-10　双向 + B 加工顺序实例

9.3.5　自定边

“自定边”选项卡允许您对塔式加工使用指定设置。边数设置后每边都可以独立定义。例如，如果你有四个边的塔式加工，你可以定义一个设置四个不同部分，每个组每边的塔式加工，如图 9-11 所示。

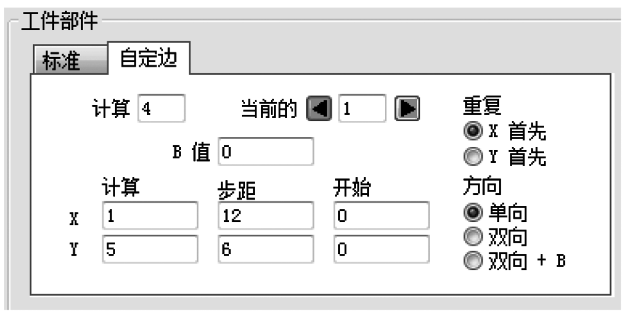


图 9-11　自定边

计算：计算是指塔式加工的数量，即塔式加工的边数。

当前：这是切换塔式加工当前的位置。第一个位置是 1，最后一个位置由计算字段定义。单击箭头来改变当前的位置。选项卡上的所有其他值只用来定义当前位置。

B 值：B 值是当前位置的角度值。一般情况下，这些值为相等间隔（0°、90°、180°、270°四个方向）。所有的旋转，就像是简单的定位。要想象旋转方向，沿塔式加工旋转轴往下看，角度顺时针方向递增时墓碑在逆时针旋转。

计算：在数列中的项目指定当前面上 X 和 Y 方向上的零件数量。在每面上都可以有不同的数值。

步距：步距列上的数值用于指定当前面上 X 和 Y 方向上零件之间的步距。距离单位跟随零件单位。如果零件在左侧则 X 用正值，如果零件在底部则 Y 用正值。如果零件程序位于左上角则 Y 用负值。

开始：在开始列中的项目指定 X 和 Y 开始重复的位置。该值通常设置为 0。可能有一个例外的情况，例如你有 3 行（Y = 3），而您的程序在中间一行。在这种情况下，您可以输入一个负的 Y 开始值。

重复：这两个按钮中的一个来定义加工顺序，X 意味着工件一行一行加工，Y 意味着工件一列一列加工。

方向：此功能的说明，请参阅方向。注意如果双向 + B 只应用在当前边上，如果四面都设置为双向 + B，程序是不优化的。

模式：模式能设置如何产生后处理输出。根据不同设置，塔式加工的图标也会发生变化，如图 9-12 所示。

关闭：多工件信息将被忽略掉，工件将被作为标准工件进行后处理。

单一工件：每一个操作都将仅输出一次。这种模式产生一个每个操作将被调用一次的输出，同时会考虑到所有在对话框的操作布局中定义的输出过滤（见操作布局）。唯一不同的是在每个组的循环中 B 的方向将永远是相同的。这将保证第二组的第一个实例与第一组的第一个实例位置相同。

多个工件：多个工件信息将通过后处理器产生完整的塔式加工刀轨。

退回：退刀部分定义墓碑上零件间移动的安全平面，而不是操作间的移动。这些值必须与工件单位相同，并从零件原点，不是坐标系原点，如图 9-13 所示。

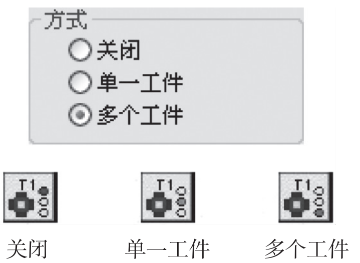


图 9-12　模式下不同设置

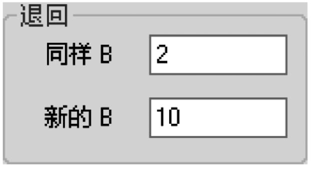


图 9-13　退回设置

同样 B：当工件间移动在塔式加工某个相同的面上时，刀具将会退刀至工件原点。

新的 B：当工件间移动必须使墓碑旋转时，刀具将退到工件原点的相关值。

操作组：操作组选项让您将相似的操作进行分组，以便能更好地控制塔式加工的输出。这使得那些操作应该控制在一起，从而使 B 旋转和换刀最少。单一组应只包含使用同一坐标或零件边的相似的刀具。操作能自动分组且可以手动编辑，如图 9-14 所示。

依刀具：选择这个选项并单击“群组”按钮将会自动根据刀具将所有的操作分类，所有使用同一把刀具的操作将被汇入同一个组中。

刀具 + CS：选择这个选项并单击“群组”按钮将会自动根据刀具和加工坐标系将所有的操作分类。所有在同一个坐标系中同一把刀具的操作将会被单独列为一个组。

依选项：选择这个选项并单击“群组”按钮将会自动根据操作编号分类。如果你想跳过或者编辑自动生成组，双击操作组列表，对话框的右边将会打开，在对话框中你就可以直接编辑列表了。每个组都必须在它自己的行上，并且每个操作都应该使用逗号隔开，如图 9-15 所示。



图 9-14　操作群组

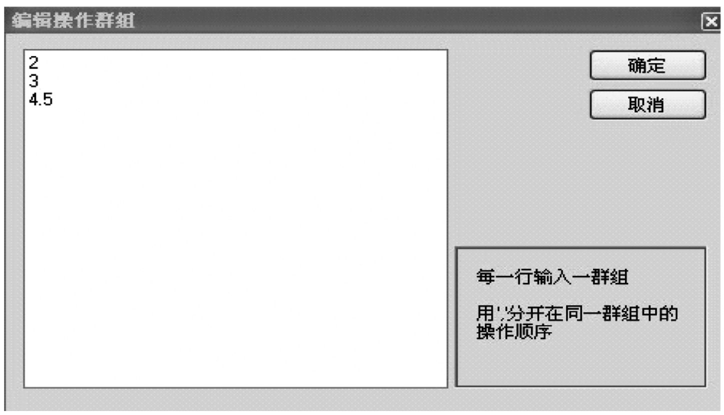


图 9-15　编辑操作群组

9.3.6　输出

输出选项支持对子程序、循环程序及 B 旋转进行处理，如图 9-16 所示。

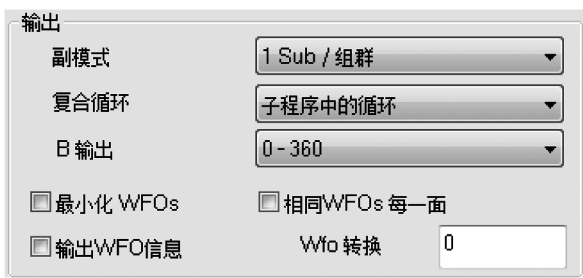


图 9-16　输出

副模式：副模式定义子程序如何生成，包括三种选项：1 Sub/组群、1 Sub/位置和 1/组群 + 1/Canned。

1 Sub/组群：这个选项将根据定义的操作组生成一个子程序。

1 Sub/位置：这个选项将根据每一个

操作生成一个子程序，但在塔式加工中创建的组将不予考虑。

1/组群 + 1/Canned：这个选项将为每个操作群组创建一个子程序，作为 1 Sub/组群选项，再加上它，将创建一个包含所有固定循环的独立子程序。

复合循环：复合循环定义如何处理固定循环 G 代码，选项包括“子程序中的循环”和“主程序中的循环”。

子程序中的循环：固定循环将被定义在它自己的子程序中。

主程序中的循环：该行定义固定循环将在程序中调用。

B 输出：这个选项定义 B 轴如何旋转，包括“0～360”和“线性的”这两个选项。

0～360：所有 B 值都是在 0°～360°之间的，如果旋转角度为 390°，则输出为 30°。

线性的：使用“线性的”选项，则 B 轴超过 360°也可以生成。

最小化 WFOs：该项目最大限度地减少所产生的 WFO 的数量，通常情况下每一个旋转的工位都会生成一个 WFO，这个选项将会跳过没有使用的位置和旋转。

相同 WFO 每一面：这个选项是用来重复使用通过 B 轴旋转生成的 WFO。使用这个功能可能使不同位置的工件在 B 轴设置中具有相同的 XYZ 值。

输出 WFO 信息：这个选项将输出后处理包含 WFO 信息的代码的注释，可能需要修改后处理。

WFO 转换：这个选项将跳过输出中 WFO 的值，例如想要跳过 G54P1 到 P10，这个地方就应该设置为 10，并且在 WFO 开始使用的代码为 G54P11，当然实际生成的代码将取决于后处理器。

9.3.7 操作布局

操作布局选项是用来设定自定义的 B 旋转位置的，在这个选项中任何操作是否在一个转换位置取决于工件的布局状况都需要被考虑。单击“增加”按钮可以在列表中添加条目。单击“增加”按钮后将打开“坐标系统/操作布局”对话框，能帮助定义一些非标准的转换。双击一个已存在的条目同样会打开这个对话框，要清除全部条目，单击“清除所有”按钮，如图 9-17 所示。



图 9-17 操作布局

9.3.8 坐标系统/操作布局对话框

坐标系统/操作布局对话框可通过增加操作列表条目或者双击一个已存在的列表打开。这个列表可用于定义非标准转换，这里有两种方法来定义非标准转换：通过操作，或者通过坐标系。一旦操作或者坐标系被选择则位置也一并被设定，任何所需的过滤必须要应用，使用的边也必须加以说明，如图 9-18 所示。

CS：这个选项是用来访问一个特定的坐标系统和所有在这个坐标系内的操作。坐标系编号可能通过手动输入或者通过单击“取得坐标系统 CS”然后在列表中选择。这是指定布



图 9-18　坐标系统/操作布局

局数据首选的方法，如图 9-19 所示。

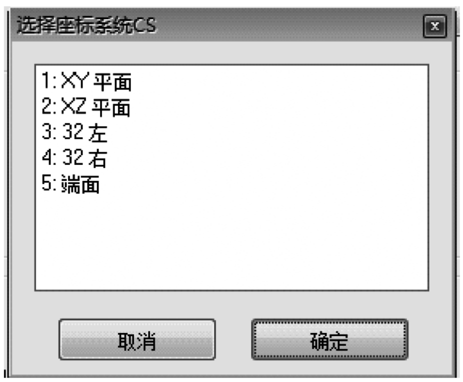


图 9-19　坐标系统

操作：这个选项是用来指定一个用在特别旋转的独立操作。操作编号可以手动输入，也可以基于加工坐标系自动加载。单击“从坐标系统 CS”按钮将会打开选择坐标系统 CS 对话框，选择一个坐标系将加载该坐标系中的所有操作。需要在单击“确定”前设定位置，如图 9-20 所示。

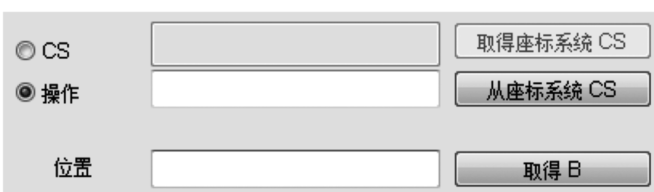


图 9-20　操作

位置：这个选项将加载坐标系的 B 角度。可手动输入此数据，但是更简易和准确的方法则是直接单击“取得 B”按钮。

实例过滤器：实例过滤器用于控制是否进行旋转，取决于操作或坐标系中是否满足的 X、Y 或者 B 规则（见表 9-2）。这可以在不使用自定边数据的情况下进行非标准设置。例如塔式加工上安置着一个工件但是这个工件的前面设置在第一面和第三面，而其背面设置在塔式加工的第二面和第四面，实例过滤器就将被设定仅做背面加工操作。

表 9-2　X、Y 和 B 可能值

X	Y	B	定　　义
所有 X	所有 Y	所有 B	每一个实例
第一个 X	第一个 Y	第一个 B	每一个实例
奇数的 X	奇数的 Y	奇数的 B	每一个奇数实例
偶数的 X	偶数的 Y	偶数的 B	每一个偶数实例

偶数和奇数过滤器可用于增加操作相同的组，第一个从左至右，另一个从右到左。

默认值为所有，如果自定义已设置部分项目可用。使用部分项目可以有更多的控制权进行运用。

9.3.9　毛坯及夹具布局

毛坯/夹具布局对话框如图 9-21 所示。

1）体的类型可被定义为毛坯或夹具。这个机构必须有属性。属性定义为四种类型之一：毛坯、毛坯仅显示、夹具、夹具仅显示。

2）选择体的类型。

3）定义毛坯或夹具的布局。

4）单击“设定”按钮保存数据和显示一个黄色的线框矩阵，显示该项的位置。

5）如果使用的毛坯体和夹具有需要，可以多次重复操作 1）~4）。



图 9-21　毛坯/夹具

取得：“取得”按钮是用来加载或重新加载已设定好布局数据的模型。

设定：“设定”按钮是用来设定类型与布局选项的，单击这个按钮黄色线框将会呈现在这个毛坯或者夹具在工作区域中的位置。

清除：“清除”按钮是用来移除当前选择的实体（毛坯或夹具）的布局数据。

类型：“类型”选项是指定当前选定的物体作为塔式加工上的一个毛坯或用于夹持毛坯的夹具。

布局：“布局”选项是用来确定已定义的毛坯和夹具的位置。

计算：输入给定工件的 X、Y 数值。B 值是指塔式加工上的面数。

步骤：X 和 Y 的值是从工件到工件的距离。这个数值可以是正或负，B 值指面与面之间

的角度。如果工件在 4 面塔式加工的反面，则 B 值是 180°。

开始：X、Y 的值是项目的起始位置，通常这个值为 0。但是如果项目被定义在 3 个工件的中间，则将输入同等的偏移量。B 值是指该项目所处的面的起始角度。如果这个工件在一个四面塔式加工的第二个面，则 B 值会是 90°。

9.4 使用 TMS 系统

9.4.1 资料报告

单击“信息”按钮进入产生报告对话框。此对话框提供当前设置的各种报告。每个报告将在开头提供一个包括每个工件坐标系编号的总结、加工工件的总数量和 WFO 的总数量。任何相关的报告选项都可以选择，单击“OK”就会提供一个可编辑的文本。报告的有关选项将在产生报告对话框中介绍，如图 9-22 所示。

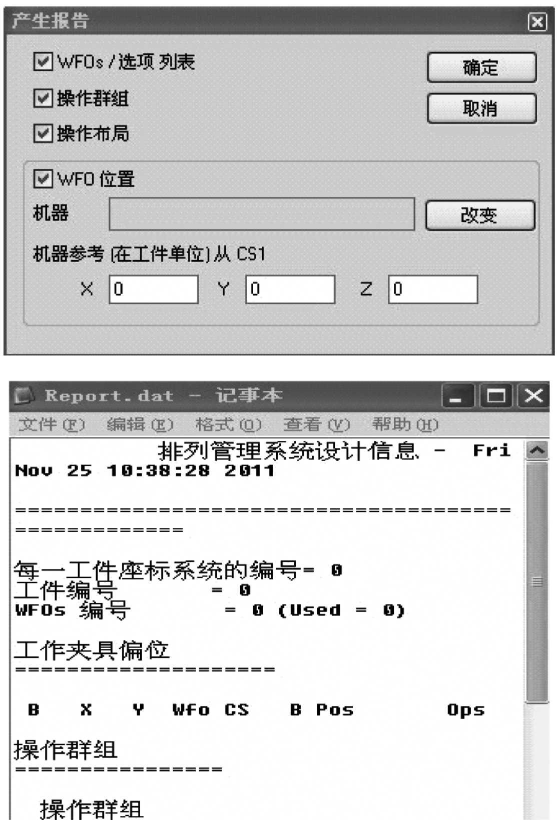
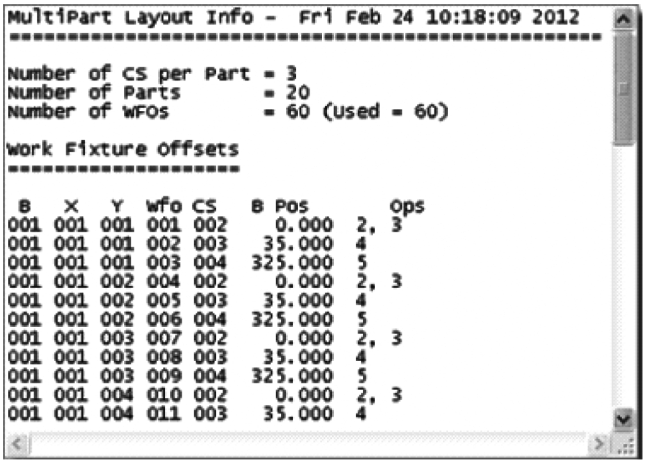


图 9-22　产生报告

WFOs 选项列表：通过这个选项生成的报告将包含每个零件中每个操作上的工作夹具偏置。这将产生一个长而详细的报告，如图 9-23 所示。

“B Pos”是指每一个 WFO 中 B 的位置（包括在操作布局上定义的 B 偏移）。



```
MultiPart Layout Info -  Fri Feb 24 10:18:09 2012
==================================================

Number of CS per Part = 3
Number of Parts       = 20
Number of WFOs        = 60 (Used = 60)

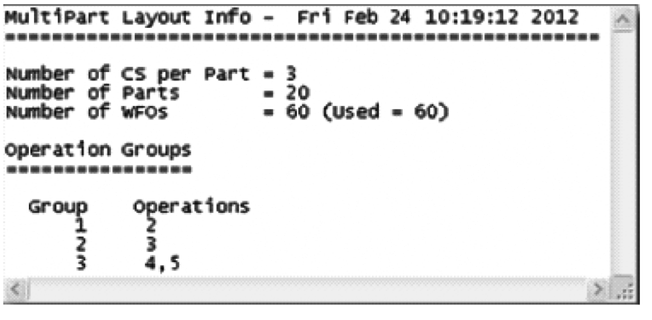
Work Fixture Offsets
====================

 B   X   Y  Wfo CS    B Pos      Ops
001 001 001 001 002    0.000   2, 3
001 001 001 002 003   35.000   4
001 001 001 003 004  325.000   5
001 001 002 004 002    0.000   2, 3
001 001 002 005 003   35.000   4
001 001 002 006 004  325.000   5
001 001 003 007 002    0.000   2, 3
001 001 003 008 003   35.000   4
001 001 003 009 004  325.000   5
001 001 004 010 002    0.000   2, 3
001 001 004 011 003   35.000   4
```

图 9-23　选项列表

包含“ERR”的行表明使用的 WFO 中的操作并不是全都是同一个 B 位置。在这种情况下请检查操作布局。

操作群组：此选项生成的输出创建了一个关于如何操作分组报告。关于组的更多信息请参阅“操作组”相关内容，如图 9-24 所示。



```
MultiPart Layout Info -  Fri Feb 24 10:19:12 2012
==================================================

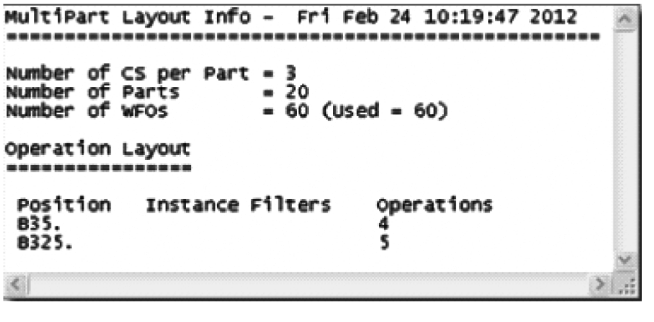
Number of CS per Part = 3
Number of Parts       = 20
Number of WFOs        = 60 (Used = 60)

Operation Groups
================

  Group    Operations
    1        2
    2        3
    3        4,5
```

图 9-24　操作群组

操作布局：此报告将生成所有在塔式加工管理系统对话框中操作过滤一节中创建的操作过滤，如图 9-25 所示。



```
MultiPart Layout Info -  Fri Feb 24 10:19:47 2012
==================================================

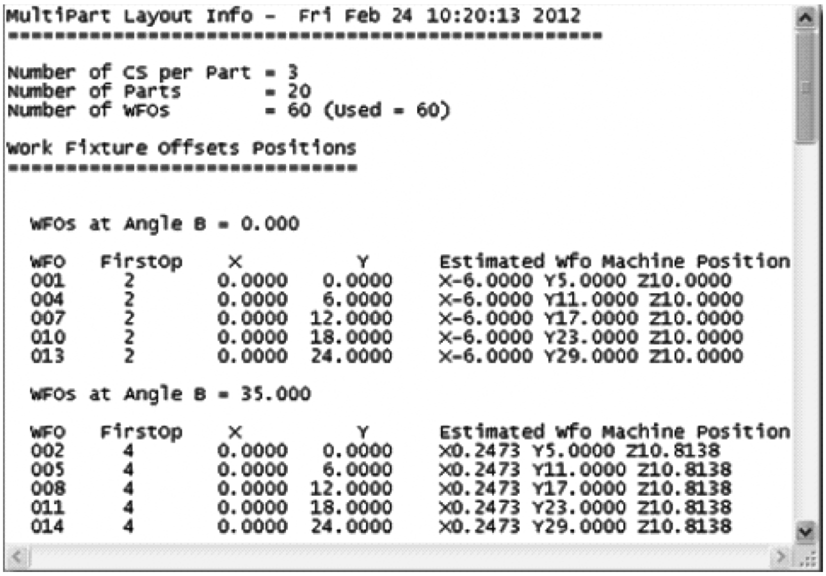
Number of CS per Part = 3
Number of Parts       = 20
Number of WFOs        = 60 (Used = 60)

Operation Layout
================

 Position   Instance Filters    Operations
 B35.                           4
 B325.                          5
```

图 9-25　操作布局

WFO 位置：这个报告将创建一个 WFO 列表。在每一个 B 位置 WFO 都将被输出，包括开始使用 WFO 的操作，XY 的值（从机床原点的或者机床参考）和估算的 WFO 机床位置，如图 9-26 所示。



```
MultiPart Layout Info -  Fri Feb 24 10:20:13 2012
==================================================

Number of CS per Part = 3
Number of Parts       = 20
Number of WFOs        = 60 (Used = 60)

Work Fixture Offsets Positions
==============================


  WFOs at Angle B = 0.000

  WFO   FirstOp    X          Y       Estimated Wfo Machine Position
  001      2     0.0000    0.0000    X-6.0000 Y5.0000 Z10.0000
  004      2     0.0000    6.0000    X-6.0000 Y11.0000 Z10.0000
  007      2     0.0000   12.0000    X-6.0000 Y17.0000 Z10.0000
  010      2     0.0000   18.0000    X-6.0000 Y23.0000 Z10.0000
  013      2     0.0000   24.0000    X-6.0000 Y29.0000 Z10.0000

  WFOs at Angle B = 35.000

  WFO   FirstOp    X          Y       Estimated Wfo Machine Position
  002      4     0.0000    0.0000    X0.2473 Y5.0000 Z10.8138
  005      4     0.0000    6.0000    X0.2473 Y11.0000 Z10.8138
  008      4     0.0000   12.0000    X0.2473 Y17.0000 Z10.8138
  011      4     0.0000   18.0000    X0.2473 Y23.0000 Z10.8138
  014      4     0.0000   24.0000    X0.2473 Y29.0000 Z10.8138
```

图 9-26　WFO 位置

机器：这是机床名称以及定位来确定 WFO 的位置。在改变上单击来选择所用的文件。

机器参考：这是 XYZ 工作台的位置，这个值通常是自动从机床文件上获取的，也可以手动输入的。

9.4.2　一致性检查

塔式加工机床系统对话框单击 OK 选项在是用来确认操作的一致性，以确保操作组中列表与操作中相匹配。

如果有不同情况出现，将会弹出图 9-27 所示的信息提示框。

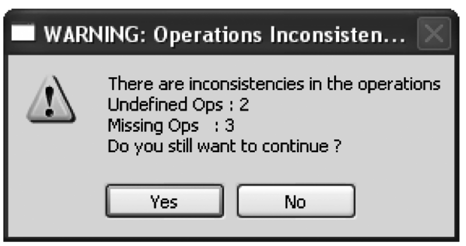


图 9-27　信息提示框

9.4.3　自定边的布局

使用自定边选项来定义在塔式加工不同面上的不同工件是非常方便的，正确地定义每边的步距和计数值是非常重要的，这是为了确保正确的输出。

下面这个例子是典型的常用设置。塔式加工的前面还有后面是同一个工件的相反两面的加工。这个例子中，X 间距相同但 Y 间距不同。Y 间距在第一面和第三面是 270mm，而在第二面和第四面是 215mm，如图 9-28 所示。

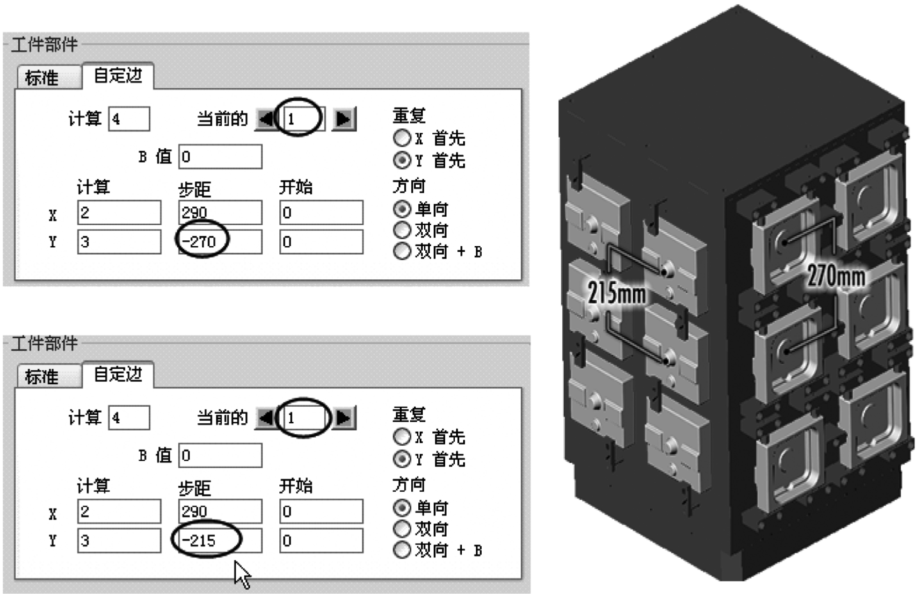


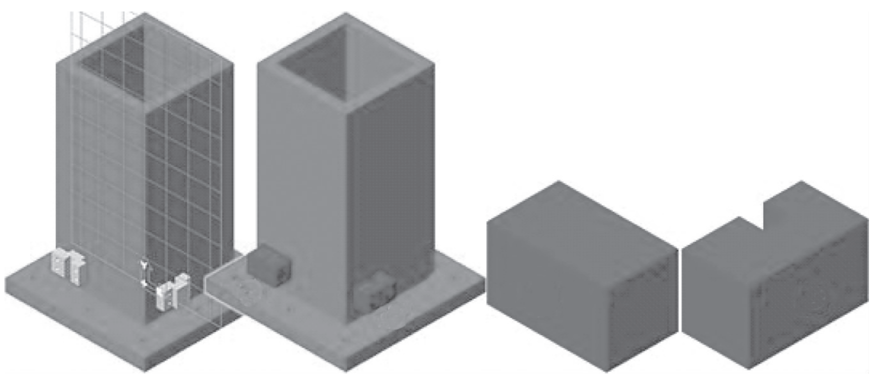
图 9-28　自定边的设置案例

第10章 GibbsCAM塔式加工练习

本节内容包含两个塔式加工范例。第一个范例介绍塔式加工的基本设置；第二个范例则更关注自定义的设置。这个练习需要的零件文件在随书光盘“配书练习/GibbsCAM 基础篇——零件加工/第 10 章”中。

10.1 关于零件

对于本零件来说，大多数设置已经完成。这里使用了一个名为“Tombstone Tutorial Machine”的自定义 MDD 文件。该自定义 MDD 文件允许我们更有效地使用加工仿真，生成操作和定义塔式加工。进给和转速参考铝合金且通过单击“自适用”按钮来计算，零件和毛坯形状如图 10-1 所示。在光盘第 10 章中有一个名为“Tombstone Machine”的文件夹，此文件夹中存有机床仿真文件。仿真前请复制该文件夹到软件安装目录“MachineSim”文件夹下，若无此文件夹请自行建立。



a）第一面毛坯　　　　b）第二面毛坯

图 10-1　零件和毛坯

打开零件 TMS Tutorial. vnc。

这个零件在安装好 GibbsCAM 后可以找到。有一个操作已建好的零件在文件夹中。可以用任何一个零件创建操作，熟悉和理解塔式加工的操作过程。

请注意当使用特别的 MDD 时可以看到一条信息，这是为了基于此 MDD 的实体加工仿真的准备。要查看信息简单地单击“OK”按钮，系统将自动创建一个 MDD 文件到 GibbsCAM 文件夹以便于您可以使用这个零件。

10.1.1 零件设置

塔式加工长宽的中心是 X0Z0，底部为 Y0，四面分别平行于 XY 平面和 YZ 平面。注意，在夹具上两个毛坯存在。第一个是多块毛坯体，这个体有刀路生成。还有两个独立的毛坯体，用于“仅显示”毛坯。这些项目将有助于定义布局，如图 10-2 所示。

设置主安全平面的 Z 高度为 335mm。

安全平面的设定（在文档控制对话框中）是基本的，必须设置在对于塔式加工各面足够安全的位置。在本例中，335mm 的高度对于 406mm × 406mm 的塔式加工来说是足够的。我们将创建加工零件前面和背面的操作。正面在 1、3 两面上排列，背面在 2、4 两面上排列，如图 10-3 所示。

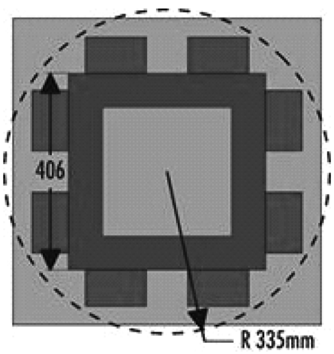


图 10-2 夹具尺寸

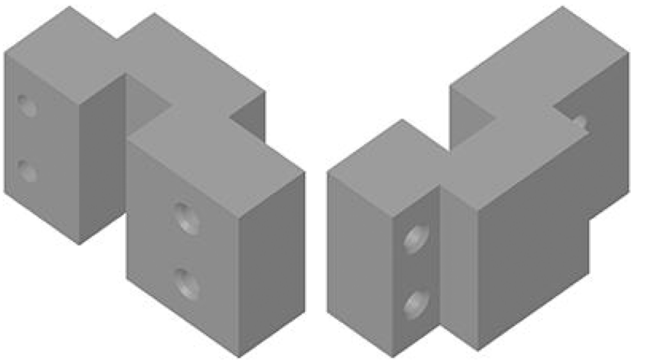


图 10-3 零件在夹具上的位置

10.1.2 刀具设置

刀具列表包含 4 把刀具，见表 10-1。

表 10-1 刀具列表

编号	类型	总长	直径	端部半径/锥度	#刃数	刃长	材料
1	面铣刀	86mm	75mm	0°	10	50mm	碳化物
2	粗立铣刀	90mm	25mm	0°	3	45mm	高速钢 TiN 涂层
3	钻孔	90mm	35mm	118°	2	43mm	高速钢 TiN 涂层
4	C. 沉孔刀	35mm	16mm	90°	3	70mm	高速钢 TiN 涂层

10.1.3 加工零件

1. 操作 1——第 1 面面铣

生成面铣操作。

1）用 1 号刀在 CS2 上创建粗加工程序，如图 10-4 所示。

注意：高级设定（在实体页面上可以找到）是禁止的，因为实体的用户全局设定打开了，如图 10-5 所示。

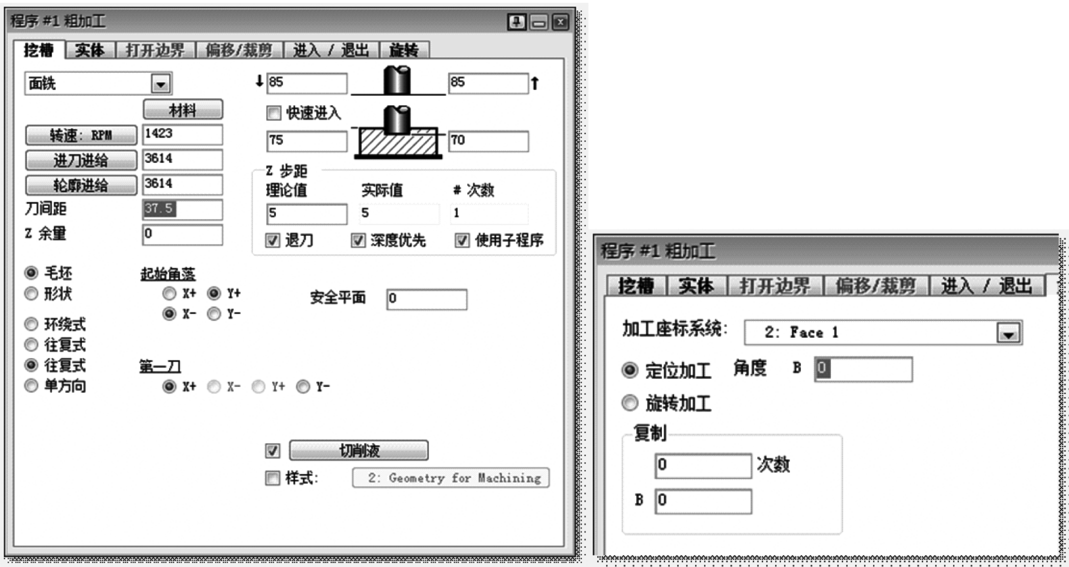


图 10-4　参数设置界面

2）产生刀具路径。

2. 操作 2——第 1 面外形轮廓

为了加工零件中间的槽我们使用外形来走几刀就可以了。

1）激活第 1 面深度 45mm 处的外形轮廓。

口袋的底部在 45mm 位置。这个深度通过查询曲面就可以得到，如图 10-6 所示。

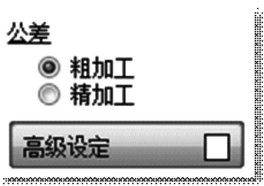


图 10-5　关于高级设定



图 10-6　底部深度

2）用 2 号刀具基于 CS 2 创建轮廓加工程序，如图 10-7 所示。

3）图 10-8 所示为在特征上设置加工标记。

为了实现正确的加工，应限制需要加工的外形特征。

4）右键单击起始或终止标记，然后选择“单一图素切削”。

这个操作会限制只加工有标记的图素。我们将继续基于外形线设置一个指定的长度。

5）右键单击起点标记并选择“移动开始 \ 结束点 通过”，输入偏移值 13mm。

6）右键单击终点标记并选择“移动开始 \ 结束点 通过”，输入偏移值 13mm。

这将精确地定位刀具的进刀和退刀点是处于零件外的。

7）创建刀路并仿真操作，如图 10-8 所示。

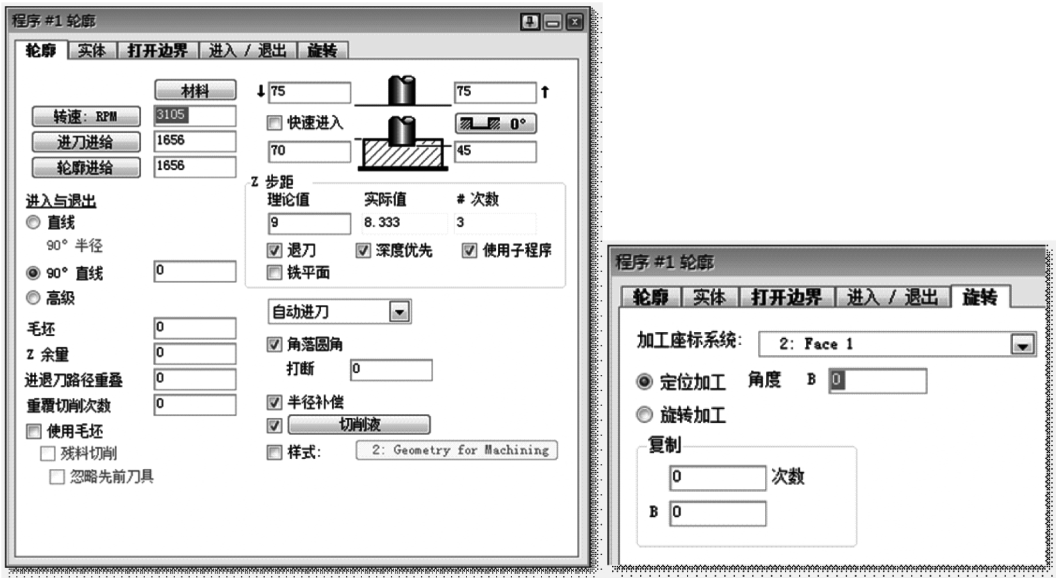


图 10-7 参数设置

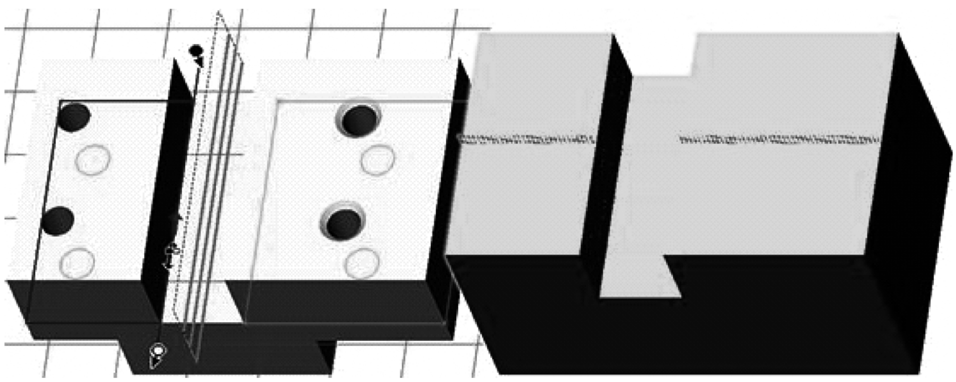


图 10-8 设置加工标记与仿真

3. 操作3——第1面钻孔

接下来的这一步是钻零件上的所有孔。我们将加工成盲孔以免加工到塔式加工上，在第2面的口袋加工后就会把这些孔变成通孔。

1）用3号刀具基于CS2创建孔操作，如图10-9所示。

2）选择零件顶面的4个圆并创建刀路。

4. 操作4——第1面倒斜角

下一步是完成零件这一面上两个孔的斜角，如图10-10所示。

用4号刀基于CS2创建孔加工程序。选择零件顶面两个比较大的圆并创建刀路。

仿真结果如图10-11所示。

5. 操作5——第2面面铣

现在我们移动到零件的背面，这些操作创建在塔式加工第2面的零件模型上，平行于CS3的坐标系Face 2。

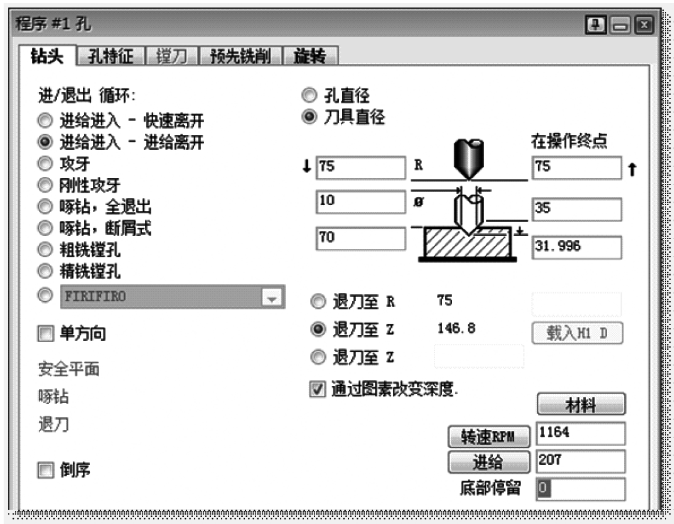


图 10-9　参数设定

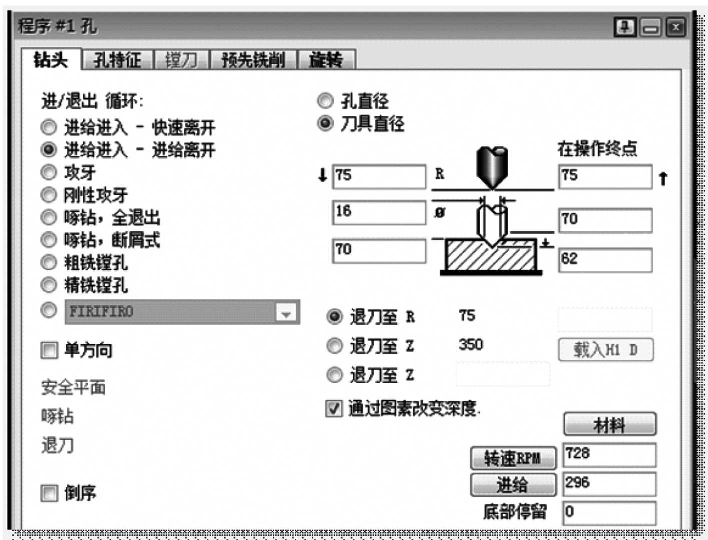


图 10-10　参数设定

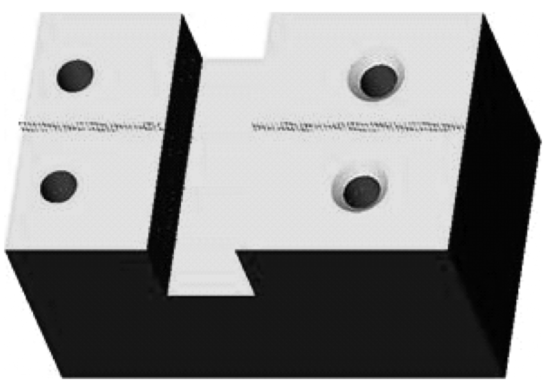


图 10-11　仿真结果

这个零件和操作也可以在 Face 1 上创建，但为了便于观察，我们将在准确的位置进行创建。

1）用 1 号刀基于 CS3 创建粗加工程序，如图 10-12 所示。

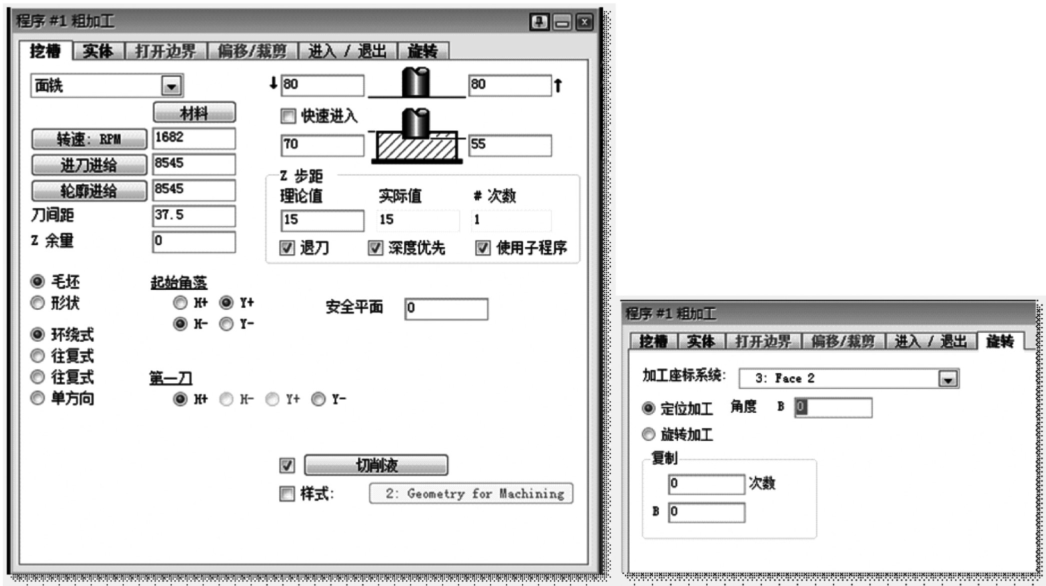


图 10-12　参数设定

2）创建刀路。

6. 操作 6 和 7——第 2 面挖槽

接下来我们要进行挖槽粗加工并且会铣通两个在操作 1 上钻的孔。

1）选择需要加工的轮廓。

2）用 2 号刀创建粗加工程序，如图 10-13 所示。

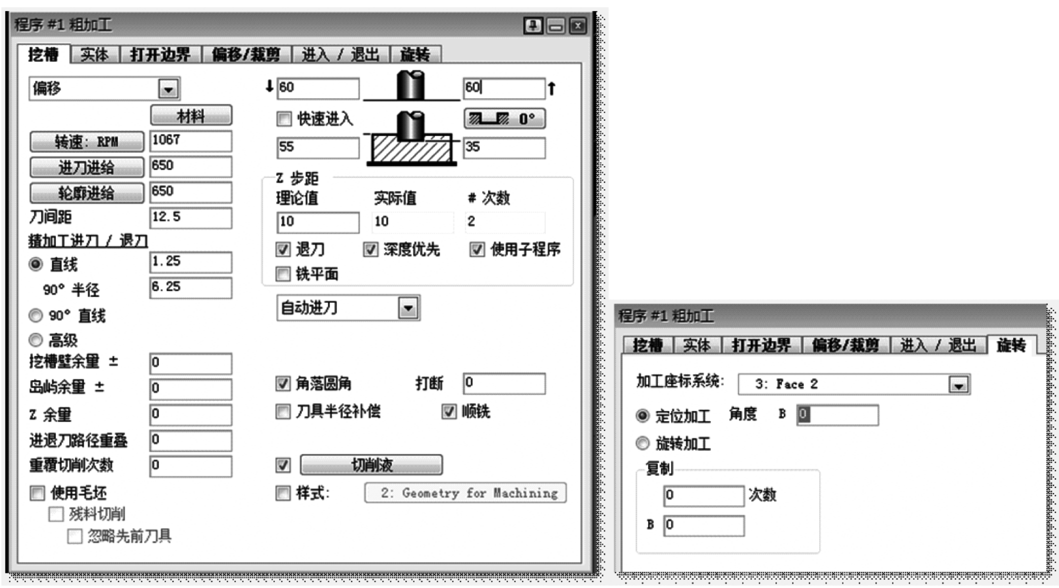


图 10-13　参数设定

7. 操作 8——第 2 面钻孔

最后一个程序是给小的开放口袋底面上的两个孔进行倒角。

1）选择小的开放口袋底面上的两个圆，如图 10-14 所示。

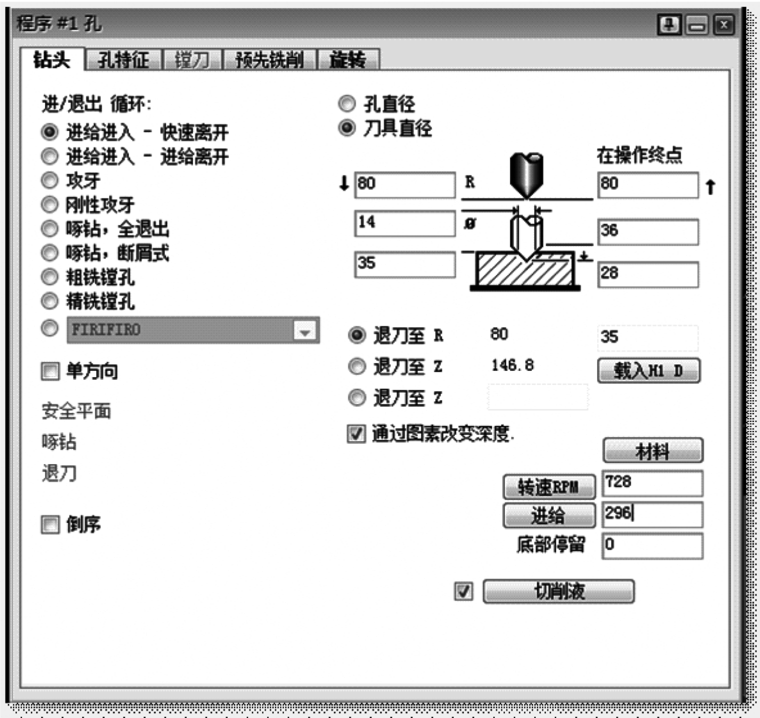


图 10-14　参数设定

2）用 4 号刀创建钻孔程序并进行仿真，如图 10-15 所示。

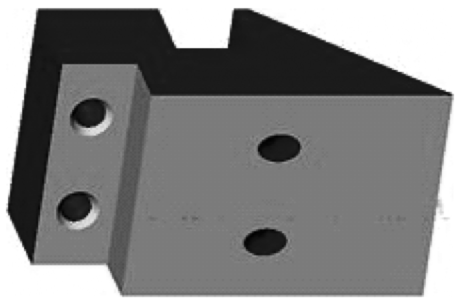


图 10-15　仿真结果

10.1.4　塔式加工设定

1. 创建塔式加工数据

现在加工已经完成，我们可以创建塔式加工设置数据。我们需要在操作列表的第 1 格创建塔式加工操作。激活设定 TMS 插件就能自动完成这一操作。

1）选择附加功能→机床模拟 – TMS→TMS→设定 TMS。

当设定 TMS 激活后，塔式加工管理系统对话框就打开了。该对话框允许我们定义零件将如何在塔式加工上进行切削。另外还会在操作列表的第 1 格创建一个 TMS 操作块，其他操作就会依次下移一格，如图 10-16 所示。

此时我们需要确定塔式加工如何设定。本教程中我们可以通过两种方法来设定：一种方法是用标准布局，然后必须确认特定的过滤器来使得操作在正确的边上进行；另一种方法则是使用塔式加工系统管理对话框上的自定边来自动控制位置。选择哪一种零件布局选项取决

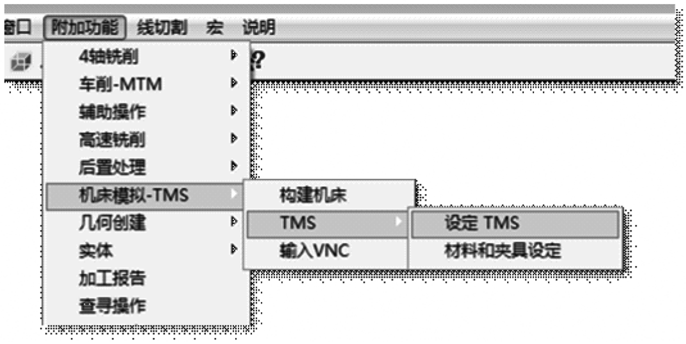


图 10-16　设定 TMS

于零件的摆放，如图 10-17 所示。

2）如果塔式加工上各边零件数量相同且零件间步距也相同，那么使用标准布局。不管是否使用过滤也许这个选项都会较快而简单，如图 10-18 所示。

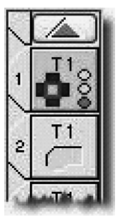


图 10-17　建立 TMS 设定



图 10-18　标准设定

3）如果塔式加工上各边零件数量不同或零件间步距不同（通常用不同的夹具），那么就使用自定边布局，如图 10-19 所示。

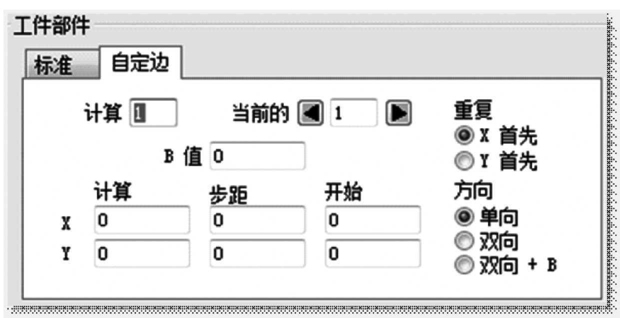


图 10-19　自定边设定

2. 零件布局

1）打开标准选项。本教程将使用“标准布局”选项。如果零件在夹具上的位置有所不同，那么用户需根据实际情况自行设定，如图 10-20 所示。

2）输入数据。塔式加工设定为 X 方向两行，边到边步距为 211. 4mm，Y 方向为 5 列，步距为 150mm。这个设定会重复两次，所以 B 的数量为 2，旋转角度为 180°，如图 10-21 所示。

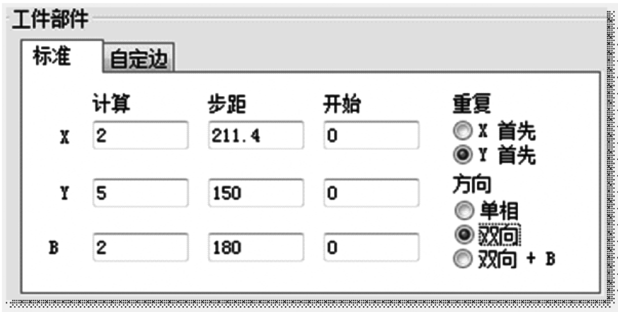


图 10-20　标准设定

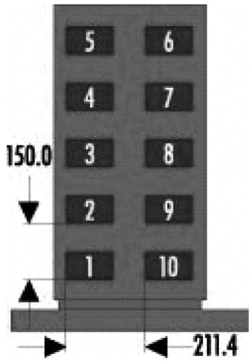


图 10-21　工件摆放位置

3. 方式、退回和输出

方式的选择确定了 G 代码如何输出。关闭方式告诉系统按标准的 GibbsCAM 零件输出 G 代码，例如，WFO（工作夹具补正）和 B 的定位信息将不会被输出。单一工件方式将生成包含塔式加工中 WFO 和 B 轴定位设定信息的 G 代码。而多工件方式输出完整的重复数据。

1）在方式中选择多个工件选项。同样 B 设定是指在同一面上零件的退回高度。新的 B 设定是指移动到新的面上的退回高度，如图 10-22 所示。

2）设定同样 B 为 100，新的 B 为 335。工件毛坯为 75mm 深，所以安全平面 100mm 是足够的。而 335mm 的值（见零件设置）在切换 B 位置时是足够的。如果该零件的夹具定义过，安全平面可能不够，但对于这个简单的教程来说没有夹具，所以我们不需要把零件夹在塔式加工上，如图 10-23 所示。



图 10-22　多个工件

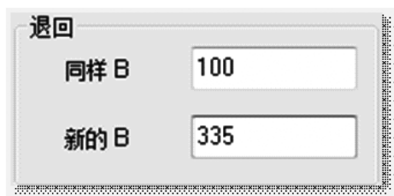


图 10-23　退回设定

3）在塔式加工管理系统对话框的输出部分中设置副模式为 1 Sub/组群，复合循环设定为主程序中的循环，B 输出为 0 ~ 360。

这个数据影响后处理的表现方式。1 Sub/组群会生成最少的子程序，每个子程序包含 1 个或多个成组的操作（下一节我们将对操作进行分组）。复合循环将不会在子程序中而是在主程序中。所有的 B 值将限制在 0 ~ 360 之间，例如 390°会输出为 30，如图 10-24 所示。

4. 操作群组

操作群组允许我们优化程序。群组能自动生成或手动输入。操作群组有 3 个点：依刀具、依刀具 + CS、依操作。用“依操作”将生成最大数量的群组，一个群组一个操作。“依

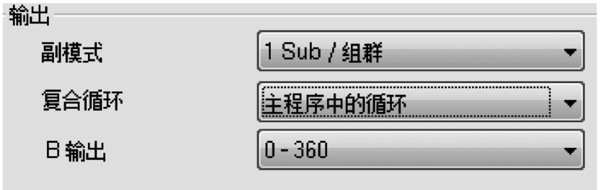


图 10-24 输出设定

刀具＋CS”则会把刀具相同且坐标系相同的操作进行群组。“依刀具”选项则按刀具的使用来进行群组。重点注意这些都是依赖于操作的顺序。也就是如果刀具 1 在操作 1 和 20 中使用了，那么它们用任何方式都不能群组起来。操作需要在列表中进行优化。

1）选择“依刀具”选项然后单击“群组”按钮，如图 10-25 所示。

该群组操作并没有进行过多优化，唯一的群组是操作 7 和 8，这与依操作产生的结果稍有不同。我们知道操作 2 和 6 是使用了刀具 1，因此为了优化程序我们要避免不必要的换刀。

2）单击“清除”按钮后再单击“确定”按钮。

这将清除群组并试图关闭对话框，但弹出的警告信息告诉我们操作列表中有项目没有群组，如图 10-26 所示。



图 10-25 依刀具



图 10-26 提示栏

3）单击“是”按钮会继续并关闭塔式加工管理系统对话框。

我们需要整理一些操作以优化群组。我们将重新排序以实现最少的换刀和旋转。

4）移动操作 6 到位置 3，如图 10-27 所示。

注意，塔式加工操作块现在显示了未同步。例如，有些地方发生了变化，塔式加工管理系统需要更新。

5）移动操作 7 和 8 到位置 4。

这些位置移动让使用 2 号刀的操作位于其他操作之前。这些完成是因为墓碑已处于第 2 面，放置这些操作块于位置 5 将产生不必要的旋转。其他位置的操作将不会产生不必要的换刀和旋转。

6）双击 TMS 操作块。

7）选择刀具 + CS 选项并单击“群组”按钮以生成群组。

这是一个比较优化的程序。我们没有改变群组数量但我们减少了一些旋转和换刀。唯一群组了的是第 2 面的挖槽加工。后处理输出将会有一些包含 1 或 2 个操作的子程序，如图 10-28 所示。

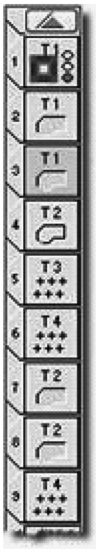


图 10-27　移动操作



图 10-28　刀具 + CS

5. 坐标系统/操作布局

最后一件事我们需要在塔式加工管理系统对话框里定义操作布局。由于在加工塔上我们有两个不同的零件，所以这一点尤其重要。

1）单击“增加”按钮，并选择 CS 选项，然后单击“取得坐标系统 CS”按钮，如图 10-29 所示。

打开坐标系列表，此时允许我们选择一个坐标系来过滤并确定。

2）选择第 2 项：Face 1。

坐标系统/操作布局对话框现在包括了一个条目，如图 10-30 所示。



图 10-29　选择 CS



图 10-30　坐标系统/操作布局对话框

在有些案例中我们可能需要定义哪些过滤器可以访问布局。有两个功能我们能用来控制布局。实例过滤器，控制 X、Y 和 B 的数据，边选择可以指定在哪些面上可以使用查询的坐

标系，如图 10-31 所示。

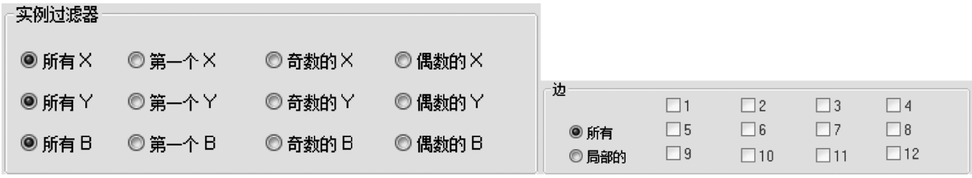


图 10-31　坐标查询系统

因为这是一个相当简单的设置，我们不需要使用过滤器。我们已经规定零件布局有两条边，一个在 180°，开始于 B0。实例过滤器和边选项应该设定为所有。

3）单击“确定”按钮，对话框将关闭，并且我们在坐标系统/操作布局列表中看到一项条目。我们需要为背面添加另一个，如图 10-32 所示。

4）单击“增加”按钮，选择“CS”选项然后单击“取得坐标系统 CS”按钮。

5）选择第 3 项：Face 2，如图 10-33 所示。



图 10-32　坐标系统

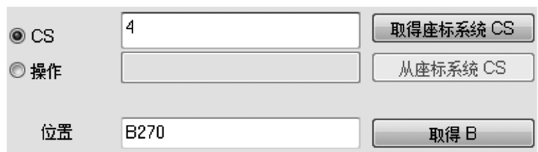


图 10-33　选择坐标系

我们需要正确地定义这一加工坐标的位置。

6）单击“取得 B”按钮，然后单击“确定”。

现在我们有一个完整的列表了。在第 3 个坐标系（第 2 面和第 4 面）上的所有操作与零件设置完全相同，但旋转了 90°，如图 10-34 所示。



图 10-34　坐标系旋转位置显示

7）单击“确定”按钮，对话框关闭，TMS 图标现在不会以红色高亮显示。

10.1.5　材料和夹具布局

1. 材料/夹具布局对话框

我们需要定义零件来准备机床仿真以及在某些案例中使用夹具进行机床仿真。可以通过材料和夹具设定项目来完成，如图 10-35 所示。

材料和夹具布局对话框允许我们定义零件在机床仿真时如何显示和摆放。作为指定的实体模型，工作区将绘出一个线框来显示零件的材料和/或夹具的位置。当开始机床仿真时会显示出合适的材料和夹具体。

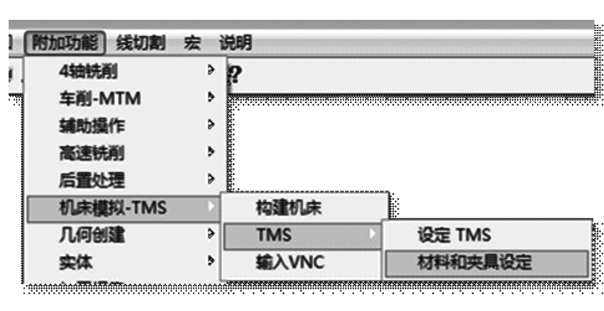


图 10-35　材料和夹具设定

我们有两个毛坯体需要进行布局定义。加工塔上的夹具体不需要定义，但

是如果有模型，则需要定义好其布局，如图 10-36 所示。

从实体袋中取出两个零件的实体，如图 10-37 所示。



图 10-36　毛坯/夹具对话框

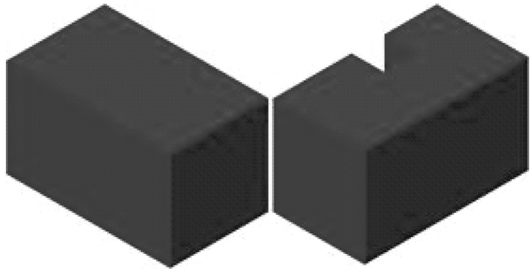


图 10-37　零件实体

这将易于选择毛坯体。这些体我们将设定 Face 1 Stock 和 Face 2 Stock，为“仅显示”毛坯。多块毛坯体用于生成刀路，指定面铣削和毛坯指定。

2. 第 1 面毛坯定义

1）选择附加功能→机床仿真-TMS→TMS→材料和夹具设定。

2）选择 Face 1 Stock 实体。

3）选择毛坯选项并按图 10-38 设定，在布局栏中输入相应的值。

X 和 Y 的值需要与塔式加工管理系统中设定的一样。B 值指定了选择的体将出现在相隔 180°的两面。开始栏中的项目将用于指定的 X 或 Y 位置或零件不在第一面上，如图 10-38 所示。

4）单击“设定”按钮，不退出对话框。

黄色线框图形会出现在墓碑上。如果布局不正确，可以单击“清除”按钮来删除和改变设定，如图 10-39 所示。



图 10-38　定义 XYB 位置

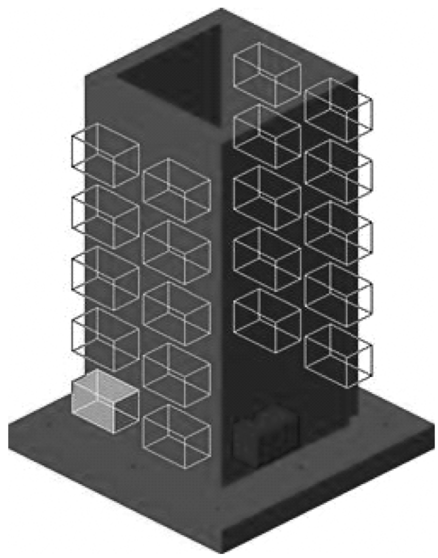


图 10-39　毛坯在夹具上位置

3. 第 2 面毛坯设定

现在我们设定 Face 2 Stock 实体的布局。

1）选择 Face 2 Stock 实体。

2）改变 B 值并单击“设定”按钮，不要退出对话框，如图 10-40 所示。

4. 坐标系错误解决

这里产生了两个错误。我们输入的值有一处错误但并不离谱。当线框外形显示在错误的位置时，我们能知道问题在于坐标系，如图 10-41 所示。



图 10-40 改变 B 值

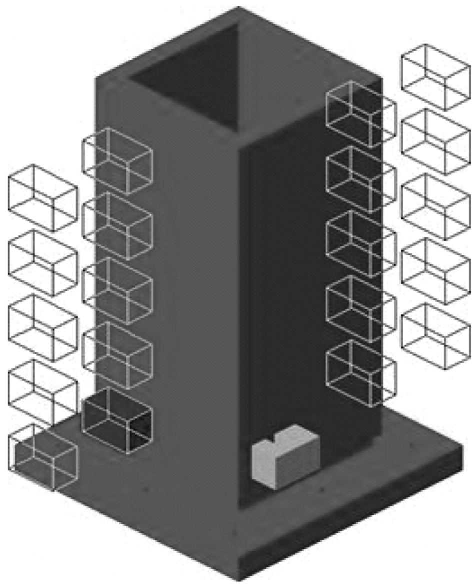


图 10-41 线框显示位置

1）右键单击 Face 2 Stock 体并选择属性。

这个体属于 CS2，这个坐标系属于第 1 面。通常，体不能独立于坐标系外，但对于塔式加工来说坐标系非常重要。在毛坯/夹具布局对话框中输入的数据依赖于体的坐标系。我们需要改变该体所归属的坐标系，如图 10-42 所示。

2）切换到 CS3 并选择修改→变更坐标系统（XYZ），如图 10-43 所示。

如果你进行屏幕重绘（Ctrl + R）毛坯的显示会更新。

3）更改 B 的起始值为 0 并单击“设定”按钮，不要退出对话框。

5. 关于线框显示

正确的布局设定了。注意系统仍然只显示线框外形。这样系统就不会变慢，当进行机床仿真时就会显示完整的形状了。

1）择 Face 1 Stock 实体。

注意显示会变成我们定义的布局。

2）按住 Ctrl 键单击“Face 2 Stock”以增加到当前选择。

现在线框显示了我们的布局。线框显示只能在毛坯/夹具布局对话框打开时才能生成。如果您关掉这个对话框后再打开它并选择一个体，系统将会再次显示线框。

3）关闭毛坯/夹具布局对话框。

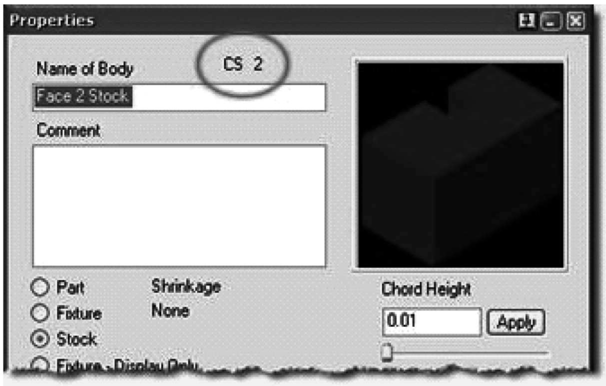


图 10-42　归属坐标系

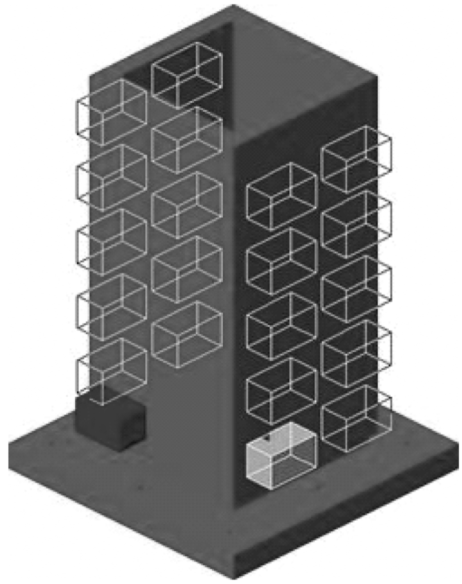


图 10-43　变换坐标系后

10.1.6　机床仿真

1. 设定

如果您没有看过机床仿真说明，可以在完成本节练习前先熟悉如何使用机床仿真。

1）从附加功能菜单中选择机床仿真。

当机床仿真被激活时，会以零件模式着色显示并包含我们刚才完成的毛坯设定。我们需要选择一个机床装配模型以进行机床仿真。我们为本教程准备了一个 4 轴的卧式铣削装配文件，您可以在对应的零件文件夹中找到。

2）在机床仿真控制面板菜单中选择载入机床→浏览选项。

3）选择零件文件夹作为用户文件夹。

这将使已经存在的机床装配模型可以为我们所用。

4）在机床仿真面板菜单中选择“载入”选项然后再选择“Tombstone Machine”。

塔式加工是一个卧式铣削模型。请注意原点可能和这里所看到的不一样。这个工作台安装在 Z 轴上，主轴在 Y 轴上而 Y 轴在 X 轴上。我们在工作台上加上了角度显示以方便我们观察旋转，如图 10-44 所示。

工件原点位于机床原点上，所以我们不需要再设定工件原点值，如图 10-45 所示。

2. 渲染

机床仿真是动态的，这意味着零件图形在渲染时是可控的。用 Tombstone Machining 进行机床仿真将会显示所有的平台和平台移动，只有换刀不会显示，刀具会简单地退回而下一步操作就有了新的刀具（包括夹头）。

仿真所有操作：我们可以放大零件以检查加工，虽然你可以通过标准 CPR、Flash CPR 仿真和零件模拟来进行零件校验，但使用机床仿真进行程序校验更好，如图 10-46 所示。

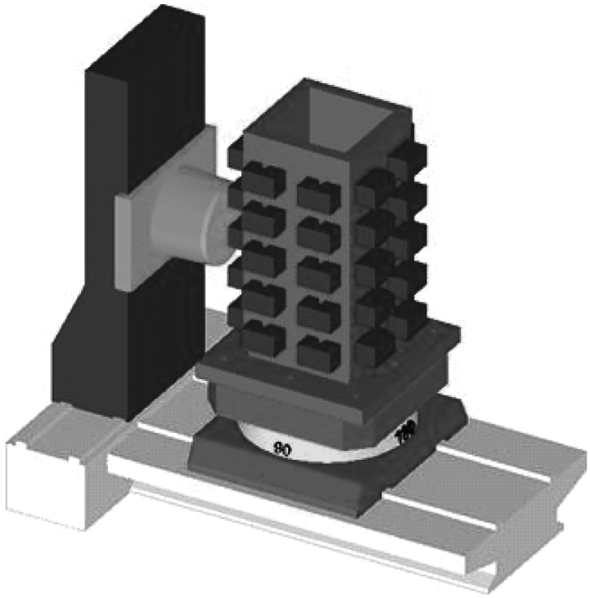


图 10-44　卧式加工中心



图 10-45　设置工件基准点

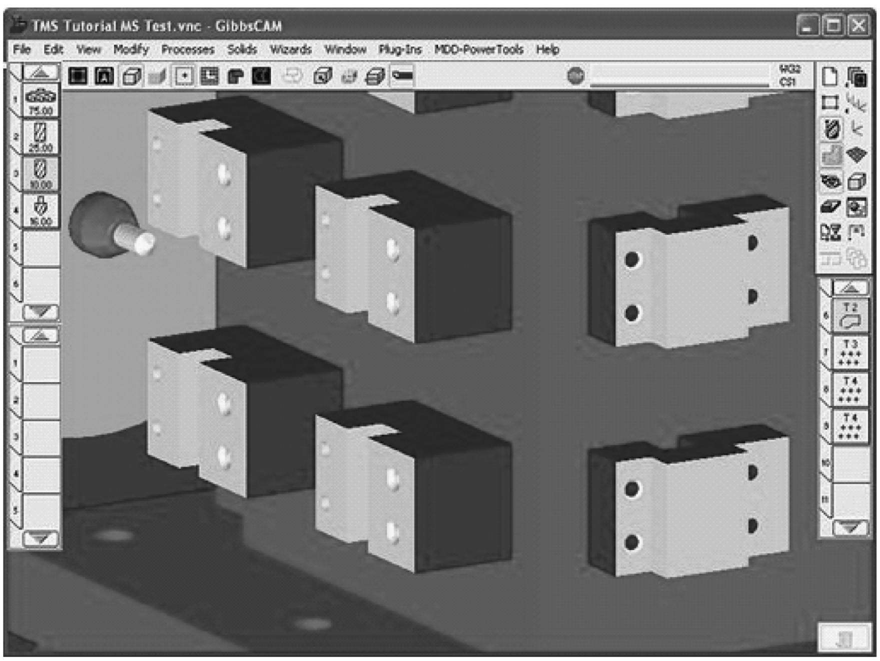


图 10-46　仿真结果

10.2　自定边设置

本部分旨在让您熟悉自定边设置。零件文件包含模型、刀具，操作已经建立好。我们将

创建 TMS 操作并定义毛坯布局，如图 10-47 所示。

打开文件 Custom Sides. vnc，已存在的操作有塔式加工第 1 面和第 3 面钻孔、倒斜角。第 2 面和第 4 面有挖槽的粗加工和精加工。

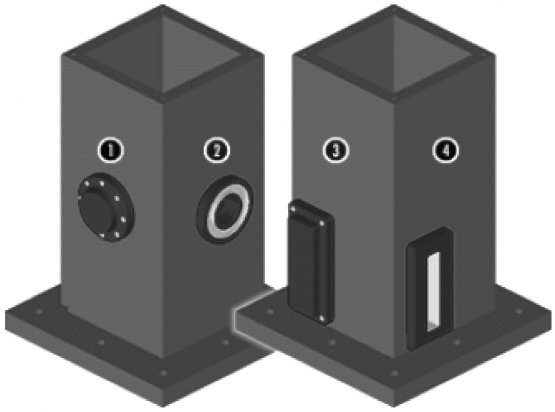


图 10-47　所需设置零件

10. 2. 1　设定 TMS

1）附加功能→机床模拟 – TMS→TMS→设定 TMS。

2）切换方式为“多个工件”。

3）设定退回参数里的同样 B 为 80mm，新的 B 为 350mm。

10. 2. 2　零件布局

我们需要单独定义每一边。

1）单击自定边并设置数量为 4。

本对话框显示了当前边为 1，第 1 边有 3 个零件，并且在塔式加工的正中心，如图 10-48 所示。

2）设定重复参数为 Y 首先，方向为单向。

3）如图 10-48 所示设定数量、步距和开始值。

零件间距为 225mm。注意我们设定开始值为 –225。我们用于创建刀路的零件位于其他两个零件中间，因此我们需要定义一个偏移值才能加工 3 个零件。在这个案例中我们是从最底下开始向上加工 3 个零件。

4）单击向右的箭头切换当前设定到第 2 面。

5）如图 10-49 所示设定重复、数量、B 值、步距和开始值。



图 10-48　设置参数



图 10-49　设置参数

除了 B 值改为 –90 其他所有值都和第 1 面一样，如图 10-49 所示。

6）单击向右的箭头切换当前设定到第 3 面。

7）如图 10-50 所示设定重复、数量、B 值、步距和开始值。

这一面有 4 个零件，已定义的操作位于左下角。

重复参数设定为 X 首先，步距为 Z206.4，Y400。毛坯切削顺序是双向。零件位于第 3 面上，所有 B 值为 180。

8）如图 10-51 所示设定第 4 面。

除了 B 值为 –270 以外其他所有数据和第 1 面完全相同。

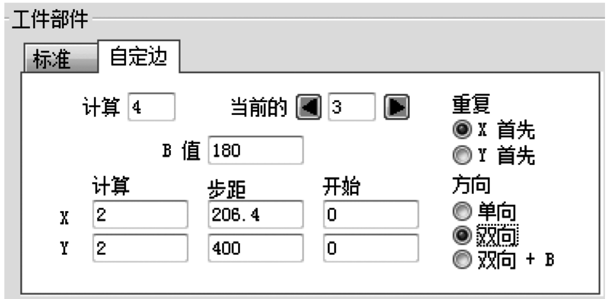


图 10-50　设置参数

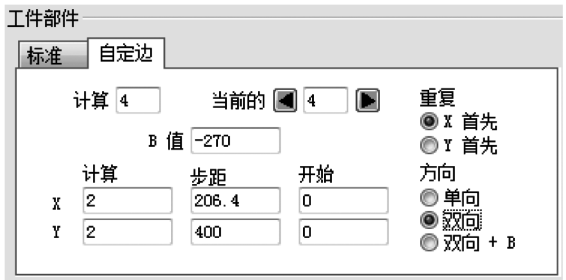


图 10-51　设置参数

10.2.3　操作群组

操作已经进行了重新排列，我们只需要简单地执行群组。

选择刀具 + CS 方式并单击“群组”按钮。

现在我们有 8 个群组，其中第 6 组包含了操作 8 和 9，这是轮廓精加工程序，如图 10-52 所示。

10.2.4　实例过滤器和边布局

我们需要定义零件每一边的过滤。

1）单击“增加”按钮，如图 10-53 所示。



图 10-52　操作群组



图 10-53　选择坐标系统 CS

2）选择 CS 并单击“取得坐标系统 CS”按钮。

3）选择 CS2：Face 1 作为过滤。

4）在边部分中选择局部，1 作为过滤。

这将告诉系统在 CS2 上的操作只在第 1 面上加工，如图 10-54 所示。

5）单击“确定”按钮。

我们将定义第 2 面的布局，如图 10-55 所示。

6）添加 CS4：Face2 并设定局部选项为 2。



图 10-54　坐标系统/操作布局对话框

注意我们并不需要设定这一面 B 的位置，因为已经从自定边的设置中得到了 B 的值。

7）单击“确定”关闭对话框。

8）重复这些操作来定义第 3 面和第 4 面，如图 10-56 所示。



图 10-55　布局定义



图 10-56　布局定义

9）单击“确定”，保存并关闭对话框。

10.2.5　渲染零件

渲染零件包括毛坯布局、操作排序、机床仿真以及续发事件。

1. 毛坯布局

1）选择附加功能→机床仿真－TMS→TMS→材料和夹具设定。

2）选择第1面毛坯体，如图10-57所示。

3）如图10-58所示输入相应值并单击“设定”按钮。



图10-57　定义毛坯



图10-58　定义毛坯

这将创建3个纵向排列的毛坯框架。

4）取消选择第1面毛坯。

5）选择第3面毛坯。

6）如图10-58所示输入相应的值并单击“设定”按钮。

这将创建4个矩形排列的毛坯框架。

7）Ctrl＋左键单击第1面毛坯体以显示当前定义。

我们做这个操作是为了体现出“取得”按钮的作用，如图10-59所示。

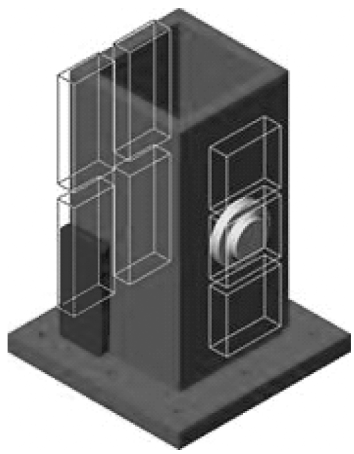


图10-59　定义后毛坯

8）取消选择第3面毛坯，第1面毛坯将被选中并且会显示出线框的毛坯布局。

9）Ctrl＋左键单击第2面毛坯体以增加到选择。

10）单击“取得”按钮，体的相应布局数据会载入到毛坯/夹具布局对话框中。

11）单击“设定”按钮。

现在这个实体的设定已经通过复制第1面设定完成。由于B值与实体的坐标系统有关，所以我们不需要作任何改变，如图10-60所示。

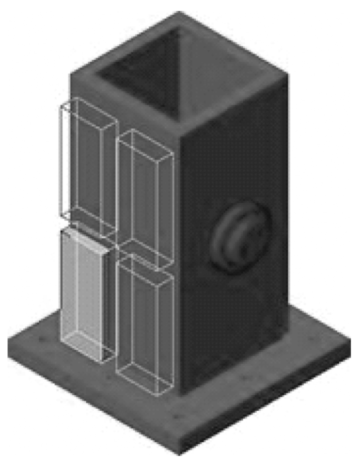


图10-60　定义毛坯

12）选择第3面毛坯体。

13）单击“取得”按钮。

14）选择第4面毛坯实体。

15）单击“设定”按钮。

这个零件的毛坯布局就全部完成了。

16）关闭毛坯/夹具布局对话框并保存零件。

2. 操作排序

在进入仿真之前我们需要优化一下加工顺序。

1）移动操作 4 和 5（第 3 面加工）到位置 3 和 4，这将避免不必要的换刀和 B 轴旋转。

2）移动操作 9 到位置 7，这将避免不必要的换刀和旋转。注意 TMS 操作块显示现在处于非同步状态。

3）双击 TMS 操作块并单击“确定”，这使得 TMS 系统重置。

3. 机床仿真

我们将利用与前一个教程相同的 4 轴卧式机床来进行机床仿真。

1）选择 Plug－Ins→Machine Sim. 进入机床仿真。

2）从机床仿真面板右键菜单中选择载入机床→Tombstone Machine。

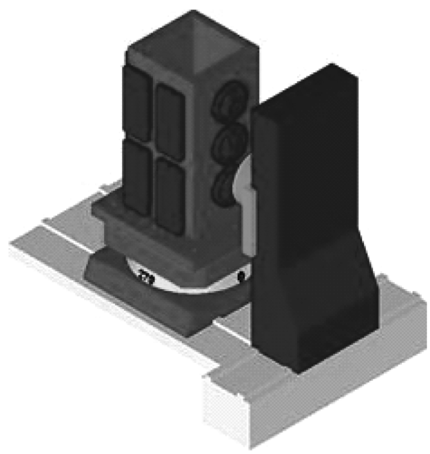
我们不需要使用设定装夹位置，因为默认值是 X0Y0Z0，这也是零件原点位置。零件和机床的原点是重合的，如图 10-61 所示。

注：虽然系统已经有了机床文件的定位，但没必要去搜索它。

您可以旋转模型以查看刀具在零件上的动作，如图 10-62 所示。



图 10-61　设置工件基准点


图 10-62　机床模拟

4. 续发事件

1）仿真零件，让我们看看会发生什么。

- 程序最开始会在第 1 面和第 3 面上钻孔。
- 换刀并对第 3 面和第 1 面的孔进行倒斜角。
- 程序旋转到第 2 面，换刀并切削第 2 面零件上的槽。
- 程序旋转到第 4 面并粗加工槽。
- 换刀并完成第 2 面槽的精加工。
- 程序旋转到第 4 面并完成槽的精加工。

显然第 2 面和第 4 面的操作顺序可以再改进一下。

2）关掉机床仿真。

3）移动操作 10 到位置 8。

如果机床仿真没有关闭，则需要再执行操作排序和仿真设定。

4）打开 TMS 操作并单击“群组”按钮，顺序会发生变化，操作 9 会放到最后一个群组里去。

5）单击“确定”按钮来重置操作。

6）在机床仿真中渲染所有操作。

操作的顺序现在更优化了，我们的换刀和旋转次数达到了最少，如图 10-63 所示。



a）第1面和第2面完成　　b）第3面和第4面完成

图 10-63　机床仿真

7）保存零件，所有操作已完成。

GibbsCAM

基础篇

★ 本书是思美创（北京）科技有限公司的工程师多年经验的总结。书中将功能讲解与实际案例相结合，并通过理论和实践两方面对软件进行验证。

★ 本书从软件界面讲起，逐个功能分析与后续练习相配合，把工作中容易遇到的问题加以说明，使读者可以在较短的时间内掌握GibbsCAM软件。

★ 为了便于读者更快地掌握GibbsCAM软件，本书配套光盘中包含了部分案例的视频指导录像和试用版软件，以及使用软件给客户带来的价值，这些都会帮助用户。

GibbsCAM基础篇——零件加工

GibbsCAM高级篇——多任务车铣复合加工

地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
社服务中心：010-88361066
销售一部：010-68326294
销售二部：010-88379649
读者购书热线：010-88379203
网络服务
教材网：http://www.cmpedu.com
机工官网：http://www.cmpbook.com
机工官博：http://weibo.com/cmp1952
封面无防伪标均为盗版

上架指导 工业技术/工程软件/CAD CAM

ISBN 978-7-111-40332-6
ISBN 978-7-89405-091-5（光盘）
策划编辑◎孔劲

ISBN 978-7-111-40332-6

9 787111 403326 >

定价：58.00元（含配书光盘）